

**Der Einfluß der Röntgen- und
Radiumstrahlen sowie des Ultraschalls
auf die Entwicklung der Zähne
und der Kiefer**

Ernst Fuchsbrunner

Druck: Anneliese Schubert, München 5, Corneliusstraße 21, Telefon 21777



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER RÖNTGENABTEILUNG DER CHIRURGISCHEN KLINIK
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN
Direktor: Professor Dr. R. ZENKER

DER EINFLUSS DER RÖNTGEN- UND RADIUMSTRAHLEN SOWIE DES
ULTRASCHALLS AUF DIE ENTWICKLUNG DER ZÄHNE UND DER KIEFER

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Ernst Fuchsbrunner
aus München



München 1959

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Professor Dr. M. PÖSCHL
Korreferent: Professor Dr. R. ZENKER
Dekan: Professor Dr. K. KOLLE

Tag der mündlichen Prüfung: 17.3.1959

IN DANKBARKEIT GEWIDMET

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	
Übersicht über die vorkommenden Strahlenschäden	7
II. LITERATUR	
1. Röntgen- und Radiumstrahlen	11
Makroskopisch zu beobachtende Entwicklungsstörungen	
am Menschen	11
im Tierversuch	12
Mikroskopisch zu beobachtende Entwicklungsstörungen	
am Menschen	13
im Tierversuch	14
2. Ultraschall	
Wirkungsmodus und therapeutische Möglichkeiten	16
Makroskopisch zu beobachtende Entwicklungsstörungen	
am Menschen	18
im Tierversuch	18
Mikroskopisch zu beobachtende Entwicklungsstörungen	18
III. METHODIK	20
IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN	23
V. DISKUSSION	35
VI. ZUSAMMENFASSUNG	41
VII. LITERATURVERZEICHNIS	46

I. EINLEITUNG

Röntgendiagnostik und Röntgentherapie sind heute zu unentbehrlichen Hilfsmitteln in der Hand des Erfahrenen geworden. In der Hand des Erfahrenen, weil auch hier, wie so oft in der Medizin, fließende Grenzen zwischen therapeutischer Wirksamkeit und schwerer Schädigung bestehen.

Fast unmittelbar nach Ihrer Entdeckung, ohne genaue Kenntnis ihrer physikalischen Eigenschaften wie auch ihrer biologischen Wirkung, wurden die Röntgenstrahlen schon zu medizinischen Zwecken verwendet; kein Wunder, dass sich dabei schwere und schwerste Schädigungen von Patient und Behandler einstellten. Den ersten Berichten des Jahres 1896 (LEPPIN, MARKUSE, FREUND (51)) folgten in der späteren Zeit eine grosse Zahl von Veröffentlichungen, die sich mit Strahlenschäden an den verschiedensten Organen befassten. Um nur das wichtigste herauszugreifen:

Am häufigsten ist wohl die Haut der Strahlenwirkung ausgesetzt. Bei einmaliger Bestrahlung mit grossen Dosen unterscheidet HOLZKNECHT (zit. nach 51) vier Reaktionsformen der Haut: Früherythem, Dermatitis erythematosa, Dermatitis bullosa, Dermatitis gangränosa mit evtl. späterer Ulceration. Bei kurzzeitiger oder fraktionierter Bestrahlung dagegen treten drei oder vier Erythemwellen an den bestrahlten Stellen auf. Die chronischen Veränderungen der Epidermis können sowohl atrophischer als auch hypertrophischer Natur sein. Die Röntgenspätulcera sind nur zu bekannt; seltener sind das verhornende Papillom oder gar das Röntgencarcinom (DUFFY, 27), histologisch ein verhornendes Plattenepithelcarcinom mit geringer Neigung zur Metastasierung; doch beschrieben TOURAINE und DEREU (86) auch einen Fall von Basaliom. Auch das Auftreten eines Sarkoms oder Spinealoms gehört zu den Seltenheiten (BUSCHBAUM, 18). HOLFELDER (69) teilt die Röntgenspät-schäden der Haut in neun Stadien ein: 1., Pigmentverschiebungen, 2., Teleangiektasien, 3., Atrophie der Lederhaut ohne Schwund des Unterzell-

gewebes, 4., Atrophie der Cutis mit Schwund des Unterhautzellgewebes, 5., Atrophie und Geschwüre der Schleimhäute, 6., Geschwürsbildung mit dauernder oder vorübergehender, 7., mit fehlender Heilneigung und tiefgreifender Gewebszerstörung, 8., Hyperkeratosen, 9., Carcinombildung an strahlengeschädigter Haut.

An heranwachsenden Knochen treten degenerative Prozesse der Epiphysenfugen, die zu Verbiegungen des Skeletts führen, auf (v. MERING, 69). Aber auch der ausgereifte Knochen ist - wenn auch weniger - empfindlich. Die bekannten Spontanfrakturen des Schenkelhalses als Folge gynäkologischer Bestrahlungen wie auch die selteneren Osteoradionekrosen der Rippen (EGGS, 28) werden nach BAKER (3), ZWERG (98) und HETZAR (98) auf eine primäre Strahlenschädigung der Blutgefäße zurückgeführt, während ZÖLLNER (95) eine Noxe der Osteoblasten verantwortlich macht.

Auch die Muskulatur reagiert auf Überdosierungen mit Anschwellungen und rheumatoiden Beschwerden, die auf degenerative Prozesse der Zellen zurückzuführen sind; am Herzmuskel fand sich eine Myodegeneratio nach Bestrahlung von Hautmetastasen eines Mamma - Ca (ENGLMANN, 31).

Während das Nervengewebe von Erwachsenen eine grosse Resistenz aufweist, ist das eines Fötus besonders empfindlich; Bestrahlungen in Mens II und III der Gravidität können zu schwersten Missbildungen führen (ENGELKING, 30). Bei Bestrahlung von Kindern zum Zweck der Epilation treten Intelligenzstörungen auf (MARCHIONINI, 65).

In der Ophtalmologie sind an schweren Folgen Ulcus corneae sowie eine Katarakt beobachtet worden (KRÜCKMANN, 56).

Im Mittelpunkt der Reaktion der Schleimhäute steht die "Mukositis fibrinosa" (ZUPPINGER, 97), die "Radionekrobiose" (von OETTINGENS, 72), die bei chronischer Schädigung von atrophischen und hypertrophischen Veränderungen gefolgt wird. Am Kehlkopf sind ausser Frühoedemen die Röntgenperichondritis sowie ein Verschwinden der Osteoblasten bekannt, die zur Tracheotomie mit oft nur zeitlich begrenztem Erfolg zwingen (ZÖLLNER, 94). Von den schon zitierten Herzschäden abgesehen, kann Bestrahlung des Thorax noch zu einer "Strahlenpneumonitis" ähnlich der Bronchopneumonie (HEINKEL, 45), in schweren Fällen zur Lungenfibrose mit Atelektasen führen (FREICH, GOLDBERG, 34).

Am Darm treten, von vergleichsweise harmlosen Verdauungsstörungen abgesehen, Ulcera, die nach Perforation ad exitum führen, und - als Spätfolgen - Stenosen und ähnliches mit Gefahr des Ileus, auf. Auch Rectovaginalfisteln und perianale Abscesse sind bekannt (BUHTZ, WHITE, CRAWFORD, 11, 91). In der Blase treten Cystitiden und Ulcerationen auf, die ebenfalls fisteln können (VIETHEN, 87).

Blut bzw. blutbildende Organe sind besonders gefährdet. Aplastische Anämie sowie myeloische und lymphatische Leukämie sind die gefürchteten Folgen der unbeschränkten Röntgenbestrahlung. So berichtet MAR- DERSTEIG (66) von 16 tödlich verlaufenden aplastischen Anämien bei Röntgenfachärzten. ENGELBRECHT - HOLM (29) weist auf 17 Fälle röntgenologisch bedingter Leukämien hin, obwohl im Tierversuch dafür keine Bestätigung erbracht werden konnte. Wohl die unheimlichste Auswirkung unkontrollierter Strahlentherapie ist die Schädigung der Nachkommen- schaft. Abgesehen von der Schädigung der Spermato- bzw. Oogenese, die bis zur Röntgenkastration führen kann, kommt es zu idiokinetischer Schädigung im Sinne einer Mutation der Erbmasse oder zur parakinetischen Schädigung im Sinne einer allgemeinen Minderwertigkeit der Frucht, hervorgerufen durch eine Bestrahlung von Ei oder Sperma vor der Conju- gation. Nach TIMOFEEFF - RESSOWSKY (85) bewirken 35 r eine Verdop- pelung der Mutationsrate; 30 - 40 r sind daher als maximale Gesamtdosis bestimmt, die ein Mensch während seines generationsfähigen Alters erhal- ten sollte. Bei Bestrahlung von Schwangeren kam es an der Frucht zu Hydrocephalus, Mikrocephalus, Anencephalus, Rachischisis, Augenver- änderungen sowie geistigen Störungen. Besonders gefährlich sind Bestrah- lungen in Mens II und III (PAULY, CANTORNÉ, BENTEGEAT (74), STERN- BERG (82), KRÜCKMANN (56)). Strahlenschäden im Bereich der Zähne und der Kiefer sind in Form von Schmelzdefekten, dunkelbraunen Ver- färbungen des Dentins im Bereich der Krone, Metaplasie der Pulpa in fibrilläres Bindegewebe und Verschwinden der Odontoblasten bekannt (LUDIN, MÜLLER, 63), während DEL REGATO (26) eine Röntgencaries hauptsächlich am Zahnhals beobachtet haben will. Eine gefürchtete Spät- folge therapeutischer Bestrahlung ist die Kiefernekrose, die im Durch- schnitt 11 Monate nach der Behandlung auftritt; jedoch ist schon eine La- tenzzeit von 8 Jahren beobachtet worden (WATSON, SCARBOROUGH (90)). Durch entzündliche Herde im Kiefer wird ihr Entstehen begünstigt; infolge zutretender Infektion kommt es plötzlich zur Osteomyelitis mit oft leta-

lem Ausgang. Daraus erklärt sich auch die Forderung aller Autoren, vor der Bestrahlung eine Sanierung der Mundhöhle vorzunehmen und nach der Bestrahlung jede aktive Behandlung eventueller Entzündungsherde zu unterlassen.

Dieser kurze Auszug aus dem grossen Gebiet der Strahlenschäden verdeutlicht, dass kaum ein Organ von ihnen verschont wird, insbesondere aber junges, in der Entwicklung begriffenes Gewebe betroffen wird. An sich sind ja Störungen der Entwicklung im Bereich der Zähne und der Kiefer nicht selten.

Es erscheint von Interesse, an Hand der Literatur und eigener Untersuchungen zu klären, ob Röntgen- bzw. Radiumstrahlen sowie die neuere Therapieform des Ultraschalls Entwicklungsstörungen im genannten Bereich hervorrufen können und weiter, ob therapeutisch verwandte Dosen und Applikationsformen zu solchen Veränderungen führen können.

II. LITERATUR

Die Bedeutung der gestellten Aufgabe kann man schon daraus ersehen, dass zahlreiche Autoren in der in- und ausländischen Literatur über Beobachtungen klinischer oder tierexperimenteller Natur berichten, die sich mit solchen Entwicklungsstörungen befassen. Wenn man sich zunächst den durch Röntgen- und Radiumstrahlen verursachten Schädigungen zuwendet, vermag man zwei grosse Gruppen zu unterscheiden:

Einmal den *m a k r o s k o p i s c h* sichtbaren und zum andern den *m i k r o s k o p i s c h* festzustellenden Veränderungen.

M a k r o s k o p i s c h e Entwicklungsstörungen am *M e n s c h e n* beobachtete einmal K. BORGLIN (7), der die Krankenblätter von etwa 100 in der Klinik für Strahlenbehandlung in Lund (Schweden) wegen Hämangiom oder Lymphangiom bestrahlten Patienten daraufhin durchsah. Bei der überwältigenden Mehrzahl der Patienten seien Dosis und Bestrahlungsrichtung so gewesen, dass Zahnanlagen oder Kiefer, die im übrigen an den unbeteiligten Stellen durch Bleischirme gesichert waren, keiner Einwirkung unterliegen konnten. In einem einzigen Fall, bei einem 9-jährigen Jungen, der im Alter von 3 und 4 1/2 Jahren Strahlenbehandlung erhalten hatte, zeigte der Röntgenstatus grössere Unterschiede im Aussehen der Zahnwurzeln zwischen der bestrahlten und nichtbestrahlten Unterkieferhälfte. Ohne genaue Dosierungen anzugeben, ist der Autor der Auffassung, dass bei der heutigen Bestrahlungstechnik unerwünschte Folgen kaum zu erwarten sind. ZAPPERT (93) kam bei Untersuchung von 21 Fällen von Fruchtschädigungen bei Bestrahlung im 2. bis 3. Monat der Gravidität zu der Feststellung, dass bei diesen Kindern Verzögerung des Kieferwachstums und verspätete Dentition vorkommen. WALTER (89) beobachtete schon 1912 ein erhebliches Zurückbleiben im Wachstum einer Gesichtshälfte, die wegen eines Lupus bestrahlt worden war. Interessant ist auch der Fall, von dem BETTEN (6) berichtet. Ein vierjähriger Junge wurde in einem Krankenhaus in Bergen (Norwegen) wegen eines

malignen Tumors am rechten Unterkieferrand mit Röntgenstrahlen behandelt. Vier Jahre später liess er sich einen Milzhahn entfernen, bei welcher Gelegenheit der Autor wegen der Lockerung der unteren Front Röntgenaufnahmen dieser und später aller übrigen Zähne anfertigte. Auf den Bildern waren Rudimente, höchst eigentümlich gestaltete Wurzeln der unteren Schneidezähne, sehr klein angelegte 2. Prämolaren im rechten Unterkiefer und unvollständig ausgebildete Wurzeln des 1. Molaren zu sehen. Die rechte Seite war zwar Sitz des Tumors gewesen, aber da auch der 2. Prämolare der linken Seite rudimentär geblieben war, hält der Verfasser es für sicher, dass die Bestrahlung, nicht der Tumor, die Unterbrechung der Entwicklung verursacht hat. Das Krankenhaus, in dem die Bestrahlung vorgenommen wurde, gab an, dass der Junge 2650 r, auf 10 Tage verteilt, bei 1,5 Mill. Volt Spannung und 6,8 mm Pb - Filter ohne Unverträglichkeitserscheinungen bekommen habe. Dabei sei nicht ganz zu vermeiden gewesen, dass auch die gesunde linke Seite etwas Bestrahlung abbekam. STAFNE und BOWING (81) beobachteten als Effekt der Strahlenbehandlung einen verzögerten Durchbruch und Ausbleiben der Wurzelformation. PLONER (76) berichtet von 8 Fällen, bei denen sich unter den Spätschäden nach Röntgen- bzw. Radiumbestrahlung auch Entwicklungsstörungen befanden, wie Asymmetrie der Kiefer, Unterentwicklung des Alveolarfortsatzes, Aplasie von Zähnen, Wurzelverkrümmungen, Anomalien der Zahnform, verzögerter Durchbruch und Schmelzhypoplasien. Auf die von diesem Autor berichteten, bildlich, röntgenologisch und durch Modelle belegten schweren und schwersten Folgen einer Strahlentherapie wird später noch eingegangen werden.

Makroskopische Entwicklungsstörungen im Tierversuch beschrieb LEIST (58-61). Bei Bestrahlung von Kiefern junger Hunde kam es zu Wachstumsstillstand, wohl infolge Aufhörens der Odontoblastentätigkeit, und zum Ausfall der Zähne, was er auf eine Schädigung des Periodontiums und des Processus alveolaris zurückführt. Starke Bestrahlung der noch milchzahntragenden Kiefer junger Hunde bewirkt seiner Meinung nach Verzögerung des Durchbruchs der bleibenden Zähne, Verminderung des Zahn-, insbesondere des Wurzelwachstums, Verminderung des Kieferwachstums, Lockerung und Ausfall einzelner bleibender Zähne. BRUCE (9) beobachtete bei Bestrahlungsversuchen an syrischen Hamstern, bei denen sich ja das Zahnsystem sehr schnell entwickelt, ver-

langsamte Schädelentwicklung, behindertes Wachstum der Zähne und eine zurückgebliebene Gesamtentwicklung gegenüber den Kontrolltieren. Die Versuchstiere waren 5 und 10 Tage alt und wurden Radonbestrahlungen ausgesetzt. MEDAK, SCHOUR und KLANDER (68) untersuchten die Wirkung einer Einzelbestrahlung auf den Durchbruch der oberen Schneidezähne der Ratte. Dabei wurden 84 Albinoratten im Alter von 30 - 90 Tagen zu den Versuchen verwendet. Sie erhielten jeweils eine Einzelröntgenbestrahlung und zwar in einer Dosierung zwischen 500 r und 4000 r (in der Luft gemessen). Als Kontrolle wurde die Eruption der Schneidezähne an 12 Normaltieren gemessen. Es ergab sich nach Ansicht der Autoren dabei, dass Röntgenmengen zwischen 200 r und 2500 r an manchen Tieren einen beschleunigten, an anderen einen verzögerten Durchbruch bewirkten. Strahlenmengen zwischen 3000 r und 4000 r bewirkten in den ersten zwei Wochen verlangsamten Durchbruch, dem ein Stillstand folgte. Die Bestrahlung der Hypophysengegend hatte keinen Einfluss auf den Zahndurchbruch. FÖRSTERLING (33) und RECAMIER (77) glauben, auch bei geringen r - Dosen im Tierversuch eine Verlangsamung des Zahn- und Wurzelwachstums - ohne Beeinflussung der Form - gefunden zu haben. ENGLISH und TULLIS (32) bestrahlten Jungschweine und fanden bei Dosen von über 400 r am Schmelz der sich entwickelnden Molaren eine charakteristische Hypoplasie (Mikroskopische Veränderungen siehe später). MEDAK, WEINREB, SICHER, WEINMANN und SCHOUR (67) beobachteten eine Zystenbildung am Apex des Rattenschneidezahnes nach Bestrahlung mit höheren Dosen (3000 r bis 4000 r). ENGLISH, SCHLACK und ELLINGER (31) fanden bei Bestrahlung des Rattenschneidezahnes mit etwa 1500 r (200 KV Höchstspannung, 20 mA, 0,82 mm Cu Halbwertungswert, Röhren - Haut - Distanz 51 cm, 21 Tage alte Versuchstiere) auffallende Veränderungen. Bei der Bestrahlung hörte die Bildung des Schneidezahnes auf, um nachher wieder einzusetzen. Dies ergab quasi hintereinander liegende Schneidezähne, wobei der tieferliegende den höherliegenden austriess, sobald er durchbrach. Dies war aber nur im Oberkiefer der Fall; im Unterkiefer triess der Nachwuchszahn neben dem bereits in Ausstossung befindlichen durch, sodass evtl. drei oder vier Schneidezähne nebeneinander standen.

M i k r o s k o p i s c h zu beobachtende Entwicklungsstörungen am **M e n s c h e n** beschrieben einmal OCHSEN (71) und HEYN (48). HEYN

fand bei einer strahlenbedingten Wachstumsstörung des Kiefers eines Kindes im fertigen Zahn eine reticuläre Pulpenatrophie, OCHSEN Schmelz- und Dentinveränderungen des Zahnes. OCHSEN glaubt jedoch, dass allein auf das Versiegen des Speichelflusses die durch hohe Röntgendosen hervorgerufenen Veränderungen der Hartsubstanzen des Zahnes zurückzuführen sind. Die durch direkte Strahlenwirkung entstehenden Veränderungen der Hartsubstanzen der Mundhöhle sollen nach ihm weniger die voll ausgebildeten Organe befallen als vielmehr bei Fruchtschädigungen der graviden Mutter, sowie beim wachsenden Gebiss auftretende Störungen durch zu hohe Strahlendosen sein.

M i k r o s k o p i s c h beobachtete Entwicklungsstörungen im **T i e r - v e r s u c h** sind vielfach beschrieben. LEIST (58) und SMITH (80) stellten bei Bestrahlung der Zahnanlagen der Ratte eine Disorganisation der Odontoblasten mit Bildung von atypischem Dentin im Pulpenkavum fest, während Ameloblasten und Zementoblasten nicht betroffen waren. Davon ausgehend führte BURSTONE (13) Kontaktbestrahlungen bei der Maus durch. 5000 r (die **Dosis**angaben beziehen sich auf die Oberfläche) führten zu Verflachung der Ameloblasten, es erfolgte keine Histodifferenzierung neuer Ameloblasten. 1500 r - 3000 r bewirken ähnliche Schäden milderer Art. Dosen von 1500 r bis 5000 r bewirkten schwere Schäden der Odontoblasten. Die Zellen wurden etwa den Osteoblasten ähnlich, es wurde irreguläres Osteodentin produziert. An den Molaren erfolgte ein Sistieren der Wurzelbildung auf 1500 r bis 5000 r. Die Odontoblasten waren ebenfalls strahlensensibler als die Ameloblasten. Die Kieferknochenentwicklung war gehemmt. Die Wirkungen waren insgesamt nicht nur von der Dosierung, sondern auch vom Alter der Versuchstiere abhängig. Auch DALE (25) führte an Mäusen, 55 und 200 Tage alt, einmalige Bestrahlungen mit 375 r, 500 r, 625 r und 750 r durch. Er fand mikroskopisch eine Störung der Amelo- und Dentinogenese ohne Störung des Verkalkungsprozesses. Diese Störungen aber seien zeitlich beschränkt gewesen, d.h. in der Postradiationsperiode wurde Schmelz und Dentin wieder normal gebildet. MEDAK, WEINREB, SICHER, WEINMANN und SCHOUR (67) bestrahlten Albinoratten im Alter von 30 - 90 Tagen mit 1000 r bis 4000 r in der Basalgegend der Schneidezähne. Bei Dosen bis 2000 r kam es zu einer Dauerschädigung der Odontoblasten, an den Ameloblasten nur zu leichten Läsionen. Höhere Dosen (3000 r bis 4000 r) bewirkten schwere

Schäden der Odontoblasten, Unterbindung der Differenzierung neuer Odontoblasten, Bildung reichlichen Osteodentins in der Pulpa, unterbrochene Eruption durch Wachstumsstillstand des pulpanahen Anteils. Die Autoren konnten eine nur sehr begrenzte Regeneration post radiationem beobachten. KALMINS (52) bestrahlte mit einer besonderen Vorrichtung das Dentin des Hundeeckzahns, ohne die Pulpa zu treffen. Dabei fand er im Gegensatz zu den anderen Autoren, dass die Odontoblasten auch bei direkter Bestrahlung mit mehr als 6900 r normal blieben und somit zu den am meisten strahlenresistenten Zellen gehören. ENGLISH und TULLIS (32) führten Versuche an 41 Jungschweinen im Alter von 4 und 6 Monaten durch und applizierten Strahlenmengen zwischen 250 r und 800 r (als Apparat diente die 2000 KVP Einheit der General Electric, 1,5 mA. Halbwertszeit des Zentralstrahls 4,3 mm Pb. Leistung pro Minute 14,7 r bei 2 m Entfernung). Verff. beobachteten u. a. Hämorrhagien in die Alveolen noch nicht durchgebrochener Zähne. Bei den überlebenden Tieren zeigte sich in Tabula, dass eine Resorption ohne bleibenden Schaden möglich war. Bei über 400 r kam es im koronaren Drittel des Zahnes zu Schmelzveränderungen: Innere reguläre Schmelzschicht, aussen rauher, unregelmässiger Schmelz. Zwischen normalem und anormalem Schmelz zeigte sich eine scharfe Trennungslinie. Diese Formen der Hypoplasien sassen regelmässig in der Spitze der Kauhöcker. Im Dentin fanden sich kaum, in der Pulpa gar keine Veränderungen. Die Odontoblasten waren nicht verändert. BRUNST, SHERMETIEVA - BRUNST und FIGGE (10) bestrahlten zwei Gruppen von *Siredon mexicanum* (20 bzw. 60 Tage nach Bebrütung) mit 2000 r - 4000 r. Selbst in der jüngeren Gruppe waren zur Zeit der einmaligen Bestrahlung bereits Zähne im Mund; in der älteren Gruppe war das Gebiss bereits gut entwickelt. Das Schmelzepithel der bestrahlten Zähne sowie auch die mitotische Aktivität im umliegenden Gewebe wurde dadurch zur Gänze blockiert. Neubildungen an Stelle der zugrundegegangenen Schmelzorgane waren in keinem Fall zu sehen. Dosen von 2000 r bis 4000 r waren fähig, den Zahnbildungsvorgang dauernd zu zerstören. BURSTONE (15, 16) bestrahlte die sich entwickelnden Molaren der Maus; das Ausbleiben der Wurzelbildung und die abnorme Dentinentwicklung in der Pulpakammer führt er auf eine Zerstörung der Odontoblasten, verursacht durch eine Zerstörung der Hertwig'schen Scheide, zurück. LEIST (58) und SMITH (80) zeigten in ihren histologischen Studien, dass Bestrahlung der Zahnanlagen der Ratten eine Disorganisation der Odonto-

blasten mit Bildung von atypischem Dentin im Pulpencavum bewirkt. Am Kiefergelenk der Maus fand BURSTONE (14) nach Bestrahlung mit 1500 r, 3000 r und 5000 r Schäden in der intermediären und hypertrophen Zone des Kondylenknorpels sowie Aplasie und Fibrose des Knochenmarks. Pfanne und Diskus schienen ihm ziemlich strahlenrefraktär zu sein. Die Ossifikation des Gelenks wird gehemmt.

Wiederum BURSTONE (12) beschäftigte sich mit den biologischen und biochemischen Veränderungen, die durch Bestrahlung hervorgerufen werden. Seiner Ansicht nach verändern sich bestrahlte Gewebe 1) durch einen Zusammenbruch der Molekülstruktur der Zelle 2) durch die Auswirkungen des Zusammenbruchs der Interzellularsubstanzen auf die Zelle und 3) durch eine indirekte Wirkung auf die Moleküle, die den genetischen Mechanismus beinhalten. Durch die Radiatio können Makromoleküle wie Desoxyribonukleinsäure depolymerisiert, Hämocyanin gespalten werden. Bestrahlung der Lens oculi führt zu Depolymerisation der Polysaccharid - Proteinkomplexe. Ionisierte Wassermoleküle bilden H_2O_2 . Das alles, zusammen mit der Bildung von Hydroxyl - Radikalen und teilweise aufgelockerten Molekülen, ist für die Veränderungen der Zell - Physiologie verantwortlich. Diese letztgenannten physikalischen und chemischen Insulte verändern nach seiner Ansicht die submikroskopische, genetische Masse der Zellen. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass durch bestimmte Substanzen, z.B. Cystein, die Toleranz gegenüber der Röntgeneinwirkung erhöht wird (PATT et al. (73)).

Wenn man sich nun den Einwirkungen des Ultraschalls als einer noch relativ jungen Behandlungsmethode zuwendet, ist es zunächst vielleicht interessant, seinen Wirkungsmodus und die ihm auf unserem Fachgebiet zugeschriebenen therapeutischen Möglichkeiten kennenzulernen. HAAS (39) unterscheidet:

- 1) Mechanische Wirkung: Innerhalb einer Schallwelle entstehen hohe Zug- und Druckwirkungen. Dabei kann es bei einem bestimmten Schwellenwert zum Zerreißen von grösseren Molekülen kommen. Man spricht von Mikromassage und intensiver Durchschüttelung des Gewebes.
- 2) Chemische Wirkung: Dabei wird teilweise die oxydierende Wirkung, teils die Proteingerinnung oder das Zerreißen von Molekülen als ausschlaggebend angesehen.

- 3) **Wärmewirkung:** Hier bestehen unterschiedliche Auffassungen. Von manchen wird sie als nicht entscheidend für die Ultraschallwirkung angesprochen, andere wieder sehen die Möglichkeiten des Ultraschalls überwiegend in der Wärmewirkung an den physikalischen Grenzflächen bedingt.
- 4) **Unspezifische Reizkörpertherapie:** Sie ist durch Zerfall von Eiweisskörperchen anzunehmen, da Einwirkungen auf Krankheitsherde, die entfernt vom Behandlungsort stehen, beobachtet wurden.
- 5) **Noch ungeklärte Wirkung:** Eine derartige Einwirkung des Ultraschalls ist anzunehmen, aber noch nicht bewiesen.

WILBERT (92) wandte Ultraschallbehandlung bei folgenden Krankheitsbildern an: Gingivitis simplex, Paradentitis marginalis mit Taschenbildung, Zahnlockerung und röntgenologisch nachweisbaren Knochenresorptionen, Reizzustände nach Wurzelfüllungen, Dolor post extractionem, Schmerz nach Kieferfrakturen, Kieferklemme, Neuralgien, Pulpitis. Bei den Paradentopathien konnte festgestellt werden, dass die üblichen Behandlungsmethoden der Behandlung mit Ultraschall nicht nachstanden; es kam sogar nach Ultraschallbehandlung in den meisten Fällen zu einer Verschlechterung des klinischen Bildes. Bei Dolor post extractionem konnte bei gleichzeitiger Beschallung eine Erhöhung der Wirksamkeit der verwendeten Medikamente beobachtet werden. Schmerzen nach Kieferfrakturen konnten nicht völlig zum Verschwinden gebracht werden. Bei der Behandlung der Kieferklemme trat bei der narbigen und reflektorischen Form Besserung ein, bei den akut entzündlichen Formen ist Ultraschall jedoch kontraindiziert. Bei echter Trigeminusneuralgie ist Ultraschall nicht angezeigt, lokale Neuritiden, vor allem im Gebiet des III. Astes, sprechen gut an, recidivieren allerdings häufig. Bei Behandlung von Pulpitis wurde in keinem Fall Schmerzlinderung erreicht. Bei Kiefergelenkerkrankungen ist eine Beschallung nur unter grösster Vorsicht am Platze. Im Fall von akut entzündlichen Prozessen, sei es im Weichgewebe als auch im Knochengewebe, kommt es zu einer Aktivierung des Prozesses mit Fieberanstieg und akuter Verschlechterung des Zustandsbildes. Chronische Entzündungsprozesse sprechen bei vorsichtiger Dosierung günstiger an. Die Beschallung der Actinomykose verlief völlig negativ. Bei malignen Tumoren ist Ultraschall auf jeden Fall kontraindiziert. Beschallung von Medikamenten verleiht diesen einen höheren Dispersitätsgrad. Eindring-

lich warnt der Autor vor der Beschallung Jugendlicher. HERRMANN (46) nennt die Ultraschallbehandlung des Dolor post extractionem das Mittel der Wahl, während Parodontopathien nach ihm nur mässig, synoviale Arthropathien (nach AXHAUSEN) unterschiedlich ansprechen. Sehr gute Erfahrungen machte der Autor bei reflektorisch myogener Kieferklemme, gute bei akuter Sinusitis maxillaris, sehr mässige bei chronischer Sinusitis. Bei unspezifischer Lymphadenitis erzielte er gute Erfolge. Gewarnt wird vor der Beschallung Jugendlicher; denn, wenn auch der Knochen gegen Ultraschall weitgehend unempfindlich ist, so kann es doch an den Epiphysenfugen jugendlichen Knochens zu irreversiblen, wachstumshemmenden Schädigungen kommen. Im Tierversuch beobachtete der Autor im Knochenmark infarktähnliche Veränderungen mit ausgedehnter Gewebsnekrose.

Bei den nach Ultraschallbehandlung hervorgerufenen Störungen der Zahn- und Kieferentwicklung sind makroskopisch sichtbare am Menschen in der Literatur noch nicht beschrieben worden. Im Tierversuch beobachtete SCHÖNIGER (78) Wachstumsschädigung, HERRMANN (47) Wachstumsschädigung des Rattenzahns bei kleinen, -hemmung bis -stillstand bei grossen Dosen. Kurze Einwirkungen starker Schallintensitäten verursachten bedeutend grössere Wachstumshemmungen als langdauernde schwächere. (Als Gerät diente der Siemens "Sonostat". Es wurden etwa 600 Beschallungen an jungen und alten Ratten durchgeführt).

Mikroskopisch beobachtete SCHÖNIGER (78, 79) bei jungen Hunden, dass das Zahnsäckchen als hochvaskularisiertes Gewebe seröse bis hämorrhagische Ergüsse nach Beschallung aufweist. Die Schmelzpulpa zeigt dagegen keinerlei Reaktion, was der Autor auf ihre Gefässlosigkeit (nach STEINHARDT und VELTEN) zurückführt und ihn zu dem Schluss veranlasst, dass die Ultraschallreaktion eine Gefässreaktion bzw. eine solche der Gefässnerven darstellt. Auch die Keimpulpa blieb durch Beschallung unbeeinflusst, eine Tatsache, die durch die geringe Vaskularisierung und ein evtl. in diesem Stadium der Entwicklung noch gänzlich fehlendes Gefässnervensystem seine Erklärung findet. Bei all diesen Schädigungen treten kaum ein Leuko- bzw. Lymphozyt in Erscheinung; die Reaktion verläuft also nicht in Form einer Entzündung. Die gute Widerstandskraft des

Zahnsäckchens, das am stärksten angegriffen wird, ist aus dem Beispiel der Zahnkeimosteomyelitis bekannt; deshalb dürfte es hier, auch infolge der guten Gefäßversorgung, gelingen, die Extravasate in kurzer Frist zu resorbieren. (Als Gerät diente das "Ultraton" der Fa. Eswig. Bei den im Gesichtsbereich angewendeten Dosen von 1 - 2 Watt/cm² bei massierender Applikation (Kontaktmittel Paraffinöl) ergab sich histologisch keine Gewebsreaktion. 3 Watt/cm² dürfte als Grenzdosis aufzufassen sein. Bei 3 und 4 Watt/cm² zeigten sich dann die oben zitierten Veränderungen). HERRMANN (46, 47) beobachtete ähnliches; im Knochenmark fand er nach Beschallung infarktähnliche Nekrosen. Diese histologisch - mikroskopischen Befunde lassen die beobachteten Wachstumsstörungen verstehen und gleichzeitig erkennen, dass nach SCHÖNIGER (79) keinesfalls mit den nach Röntgen- oder Radiumbestrahlung beobachteten zu vergleichen sind.

Diese umfangreiche Literatur über das Thema der vorliegenden Arbeit gab Veranlassung, eigene Untersuchungen anzustellen, ob bei dem uns zugänglichen Krankengut der Strahlenabteilung bei der Chirurgischen Universitätsklinik München Einflüsse der Röntgen- und Radiumstrahlen sowie des Ultraschalls auf die Entwicklung der Zähne und der Kiefer festzustellen waren.

III. METHODIK DER EIGENEN UNTERSUCHUNGEN

Bei den zum Thema durchgeführten eigenen Untersuchungen wurde wie folgt verfahren: Die Krankengeschichten aller in der Strahlenabteilung bei der Chirurgischen Klinik der Universität München wegen irgendwelcher Erkrankungen im Gesichtsbereich mit Röntgen- oder Radiumstrahlen behandelten Kinder bis zum 14. Lebensjahr einschliesslich wurden durchgesehen. Beschallungen bei Kindern im Gesichtsbereich waren nicht vorgenommen worden. Durch die Kriegereignisse bedingt, waren nur nach Kriegsende durchgeführte Bestrahlungen noch archivarisches erfassbar. Soweit nach den Angaben der Krankengeschichte und Höhe der Dosierung, Art der Verabreichung usw. ein Entwicklungsschaden im Bereich der Möglichkeit lag, wurden diese Patienten in die Klinik bestellt und klinisch und röntgenologisch (Zahnstatus, teilweise Schädel halbaxial) nachkontrolliert. Von 16 bestellten Patienten erschienen 10; 1 verdächtiger Fall wurde nur aus der Krankengeschichte und einem Gutachten bearbeitet. Weitere 54 Fälle wurden aus den Aufzeichnungen der Krankenblätter allein bearbeitet. Dabei erfolgt jeweils Angabe der radiologischen Daten sowie der wesentlichen Punkte der Krankengeschichte. Um eine annähernde Aussage über die auf eine bestimmte Zahnanlage einwirkende r - Dosis treffen zu können, wird nach folgender Methode verfahren:

- 1) Durch vergleichende Messungen bei Kindern entsprechenden Alters wurde der ungefähre Abstand Herd (für den die Dosisangaben der Krankengeschichte gelten) - zur betreffenden Zahnanlage bestimmt.
- 2) Aus den Isodosenkurven von MINDER (70), HEILMANN, KELLER, VOGEL (44) bzw. der Gebrauchsanleitung der Siemens - Reinigerwerke zur Nahbestrahlungsmethode von CHAUL wird der Prozentsatz der Herddosis bestimmt, der auf die betreffende Zahnanlage entfällt. Wegen der Ungenauigkeit der Abstandmessung nach 1) und der Ablesung nach 2) werden der auf den Isodosenkurven angegebene, jeweils nächsthöhere und nächstniedere Wert verwendet.

- 3) Wurden bei einem Patienten mehrere Herde bestrahlt, so werden diese Berechnungen der Zahnanlagendosis für jeden Herd allein an- gestellt und dann zur Gesamtdosis, die auf eine Anlage einwirkt, addiert. Nach dem unter 2) ausgeführten ergibt sich dann ein oberer und ein unterer Wert; die tatsächliche Herddosis liegt zwischen bei- den.

Als Beispiel möge die Berechnung der auf die Anlage $\frac{1}{2}$ einwirkenden r - Dosis des Pat. Manfred A. angeführt werden.

Bei Manfred A. wurden verabfolgt:

(Angabe der Einzelfraktionen, des Abstandes zwischen den Fraktionen usw. im Abschnitt IV, S. 24).

1) An der linken Oberlippe	2760 r
2) An der linken Wange	1920 r
3) An der linken unteren Wange	3220 r
4) An der linken oberen Wange	1840 r
5) Supraorbital links	3220 r
6) Infraorbital links	2300 r
7) An der linken Schläfengegend	2760 r
8) An der linken unteren Wange	3200 r
9) An der linken oberen Wange	2300 r

Wegen zu grossen Abstandes Herd - Zahnanlage bleiben 5) und 7) un- berücksichtigt.

Nach den Vergleichsmessungen bei Kindern muss davon ausgegangen werden, dass bei 1) (linke Oberlippe) der Abstand Herd - Zahnanlage etwa 0,5 cm beträgt. Nach den Isodosenkurven beträgt die Strahlendosis in diesem Abstand 25 % (= sog. unterer Wert, s.o.) - 50 % (= sog. oberer Wert). Bei 2), 3), 4), 6), 8) und 9) beträgt der Abstand Herd - Zahnanlage $\frac{1}{2}$ 1,5 - 2,0 cm. Daraus ergibt sich eine Dosis auf die Anlage von $\frac{1}{2}$ von 5 % - 10 % der Herddosis. Addiert man diese Sum- men, so kommt folgende Berechnung, oder besser: grobe Schätzung, zustande:

Feld/Dosis/davon auf Anlage / 2 / oberer und unterer Wert

1	2760 r	25 % - 50 %	=	690 r - 1380 r
2	1920 r	5 % - 10 %	=	95 r - 192 r
3	3220 r	5 % - 10 %	=	160 r - 322 r
4	1840 r	5 % - 10 %	=	92 r - 184 r
5	3220 r	0 %	=	0 r
6	2300 r	5 % - 10 %	=	115 r - 230 r
7	2760 r	0 %	=	0 r
8	3200 r	5 % - 10 %	=	160 r - 320 r
9	2300 r	5 % - 10 %	=	<u>115 r - 230 r</u>

Sa. 1427 r - 2854 r

Die auf die Anlage von / 2 tatsächlich gefallene Strahlenmenge liegt also zwischen 1425 r und 2850 r.

Eine solche Berechnung der auf die Zahnanlage verabfolgten r - Dosis wird im Abschnitt IV überall da vorgenommen, wo pathologische Veränderungen im Sinne des Themas nach den klinischen oder den Röntgen - Befunden möglich erschienen.

Auf die Problematik dieser Berechnungsmethode und Möglichkeiten einer genaueren Feststellung der auf die Zahnanlagen einwirkenden Dosis wird im Abschnitt V, der Diskussion, näher eingegangen werden.

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

In diesem Abschnitt erfolgen genauere Angaben über:

- A) den nur aus der Krankengeschichte und einem Gutachten bearbeiteten Fall Lieselotte K.,
- B) die 10 klinisch und röntgenologisch nachkontrollierten Patienten,
- C) weitere 54 Patienten, deren Krankenblätter auf Angaben über Entwicklungsschäden durchgesehen wurden.

Ad A)

Lieselotte K. geb. 27.12.41 Plattennr. -.-

Anmerkung: Das Archiv der Chirurgischen Universitätsklinik München fiel im Frühjahr 1945 dem Luftkrieg zum Opfer. Die hier folgenden Angaben sind deshalb lückenhaft; sie wurden aus verschiedenen noch erhaltenen Aufzeichnungen vom damals behandelnden Arzt rekonstruiert.

Befund vor der Bestrahlung vom März 1942: (Die nachstehend geschilderten Veränderungen traten nach Angaben der Eltern kurz nach der Geburt auf). Im rechten Auge auf der Innen- und Aussenseite der Conjunctiva findet sich ein reichlich erbsengrosses Hämangiom. Das Oberlid ist flach infiltriert und schwillt beim Schreien an. Neben der Nase und auf der Wange eine flache Rötung, ebenso in der Mitte der Unterlippe und am Frenulum. Die rechte Seite der Oberlippe ist oberflächlich gerötet und zur Tiefe hin infiltriert. Im weichen Gaumen ebenfalls umschriebene flache Rötung.

In der Zeit vom 6. 3. 1942 bis 19. 2. 1943 wurden in einer ganzen Reihe von Sitzungen, in Fraktionen zwischen 200 r und 700 r, in Abständen von mindestens 3 Tagen, insgesamt etwa 8000 r an verschiedenen Bestrahlungsfeldern in der näheren und weiteren Umgebung des rechten Auges appliziert. Verwendung fanden dabei Radiumnadeln zur Spickung (= RA) und Mesothorium in Messingröhrchen zur Auflage (= Me). Leider konnte die Patientin nicht zur Nachkontrolle erscheinen, sodass nur ein

Gutachten von Prof. Dr. W. Schultze, Facharzt für Dermatologie, Giessen, vom 9.8.1954 den jetzigen Befund veranschaulichen kann. Die hier interessierenden Stellen werden nachfolgend zitiert: "Das Gesicht ist asymmetrisch. Über dem rechten Auge findet sich eine starke Atrophie der Oberhaut und des gesamten Bindegewebes. Die Augenbrauen fehlen auf einer Breite von etwa 3 cm ... Die Oberlippe ist in ihrer rechten Hälfte atrophisch und führt nicht mehr zum Schluss mit der Unterlippe. Sie ist bogenförmig verzogen. Die Unfähigkeit, den Mund zu schliessen, ist durch eine Sklerosierung der Oberlippe noch verstärkt. Auf der Innenseite ist die Sklerosierung und Atrophie ebenfalls deutlich zu erkennen, man sieht auch hier Gefässerweiterungen. Im Oberkiefer erscheinen auch die Zähne atrophisch. Im weichen Gaumen sind zahlreiche Gefässerweiterungen zu sehen, die sich bis zum Ansatz der Uvula hinziehen ... Bei dem vorliegenden Befund handelt es sich unzweifelhaft um eine Strahlenschädigung, die schon mindestens 10 Jahre zurückliegt ... Dass sich am Kiefer und weichen Gaumen Strahlenschäden zeigen, deutet auf eine erhebliche Überdosierung bei der Behandlung eines Gefäss - Naevus der äusseren Haut."

Der damals behandelnde Arzt führte in seiner Stellungnahme zu diesem Gutachten die aufgetretenen Erscheinungen jedoch auf die Tatsache zurück, dass das seit Geburt bestehende Cavernom die physiologischen Gewebsteile wie Muskulatur usw. bereits verdrängt hatte und post radiationem nur durch Narbengewebe ersetzt werden konnte.

Bei aller durch die Unmöglichkeit eigener Nachkontrolle gebotenen Zurückhaltung darf doch zumindest eine Entwicklungshemmung der Zähne des Oberkiefers im Sinne einer Atrophie als bewiesen angenommen werden.

Eine Berechnung der auf die Zahnanlagen gefallenen Dosis ist leider wegen der Ungenauigkeit der Angaben über Bestrahlungsfeld und jeweilige r - Dosis nicht möglich.

Ad B)

Manfred A.

geb. 17.6.1945 Plattennr. 324883

Diagnose vor der Bestrahlung: Ausgedehnter Naevus flammeus im Gesicht links.

Befund vor der Bestrahlung: Im Krankenblatt nicht angegeben.

Die 1. Bestrahlungsserie begann am 15. Januar 1946 und endete am 6. Dezember 1946. In dieser Zeit wurden in Fraktionen von je etwa 460 r, im Abstand von 1 - 3 Tagen, im Form von 2 - 4 x 11 mg Me die nachfolgenden Bestrahlungen verabreicht. - Die lange Dauer (11 Monate !) dieser Serie erklärt sich aus der Tatsache, dass beim Wechsel von einem Bestrahlungsfeld zum andern eine oft recht erheblich lange Pause eingeschaltet wurde. Es wurden verabreicht:

1) an der linken Oberlippe	2760 r
2) an der linken Wange	1920 r
3) an der linken unteren Wange	3220 r
4) an der linken oberen Wange	1840 r
5) supraorbital	3220 r
6) infraorbital	2300 r
7) an der linken Schläfengegend	2760 r

In einer 2. Bestrahlungsserie vom 14. 2. 1947 bis 10. 3. 1947 wurden in Fraktionen von 460 r, im Abstand von meist 3 Tagen, in Form von 4 x 11 mg Me verabreicht:

8) auf die linke untere Wange	2300 r
9) auf die linke obere Wange	3200 r

Jetziger Befund:

Extraoral: Die linke Gesichtshälfte ist leicht narbig - atrophisch verändert, mit einzelnen Fleckchen von Hyper- und Depigmentation sowie vereinzelt Teleangiectasien. Grenzen der Veränderung: Caudal fast Unterkieferrand, dorsal ca. 2 cm vor dem Ohr, cranial einschliesslich des Unterlids und medial des linken Nasenflügels.

Intraoral:
$$\frac{654321}{7654321} / \frac{1234567}{123456}$$

Die Schneidekanten der oberen seitlichen Schneidezähne sind etwa 2 mm tief eingekerbt, rechts noch stärker als links; sie sind im ganzen gesehen hypoplastisch. Im übrigen o. B. Kiefer o. B.

Röntgenbefund: 2/2 schmale Zähne, Wurzeln im apicalen Bereich scharf nach distal abgelenkt. 4/ doppelte Wurzelkrümmung in der apicalen

Hälfte, $\sqrt{4}$ Wurzel im apicalen Bereich nach distal abgelenkt. Im übrigen o.B. Schädel halbaxial o.B.

Auswertung:

Eindeutige Entwicklungsstörungen an $\frac{2}{2}$ und $\frac{4}{4}$. Ob diese auf die Radiotherapie zurückzuführen sind, kann nicht entschieden werden. Sie gehören mit den Weisheitszähnen zu den phylogenetisch sich zurückentwickelnden Zähnen, die noch häufiger als die übrigen zu Durchbruchs-, Form- und Bildungsanomalien neigen. In der Familie des Patienten sind jedoch ähnliche Bildungen nicht bekannt. Es interessieren nun die r - Dosen, die auf die Anlagen der veränderten Zähne entfallen sind. Nach der im Abschnitt III, Seite 21 angegebenen Methode entfielen auf die Zahnanlage von $\frac{2}{2}$ zwischen 1425 r und 2854 r, auf die Anlage von $\frac{2}{1}$ zwischen 175 r und 350 r, auf die Anlage von $\frac{4}{4}$ zwischen 875 r und 1750 r, auf die Anlage von $\frac{4}{1}$ zwischen 150 r und 300 r.

Aus der Tatsache, dass die gleichen Zähne der anderen Seite, auf deren Anlagen wesentlich geringere r - Dosen entfielen, die gleichen Veränderungen aufweisen, muss geschlossen werden, dass entweder die Bestrahlung ohne Einfluss geblieben ist, oder bereits eine weit geringere Dosis dieselben Störungen hervorruft. Die letztere Annahme erscheint jedoch unwahrscheinlich.

Sybille F.

geb. 25.10.1950 Plattennr. 324964

Diagnose: Ausgedehntes subcutanes, intracutanes, teils cavernöses Hämangiom.

Befund vor der Behandlung: (Die nachstehend geschilderten Veränderungen traten nach Angabe der Eltern bereits 14 Tage nach der Geburt auf). Rot verfärbte, scharf abgesetzte, erhabene Flecken über die linke obere Gesichtshälfte verteilt, besonders am linken unteren inneren und äusseren Augenwinkel, an der Nasenspitze und am Philtrum. Innen an der Schleimhaut des Oberkiefers und im Bereich des harten Gaumens links, von der Lippenschleimhaut aussen und innen links rötliche Verfärbung.

Die Patientin wurde in der Zeit vom 10.1.1951 bis 24.8.1951 im linken Gesichtsfeld fraktioniert und in mehreren Serien bestrahlt. Der behandelnde Arzt teilte das pathologische Gebiet in 5 Felder (A - E) ein und bestrahlte diese Felder gesondert. Zwischen den einzelnen Fraktionen wurde eine

Pause von 2 - 7 Tagen eingeschaltet, Verwendung fand Me und die Nahröhre (N).

Folgende Abkürzungen finden im folgenden Verwendung:

Me = Mesothorium in Messingröhrchen

Ra = Radiumnadeln zur Spickung

N = Siemens - Reiniger Nahröhre von 4 mA, 58 kV

T = Tubus

A = Abstand in cm.

Feld/Serie/Zeitraum / Art der Bestrahlung/ Dosis

A	I	14.3.51 - 13.4.51	1 x 11 mg Me	920 r
	II	16.8.51 - 22.8.51	"	1380 r
B	I	10.1.51 - 19.1.51	N T:10 A:5	1400 r
	II	9.3.51 - 13.4.51	N T:1-9 A:1,5-5	2120 r
	III	11.6.51 - 14.6.51	1 x 11 mg Me	1840 r
C	I	10.1.51 - 19.1.51	N T:7 A:5	1400 r
	II	2.2.51 - 6.4.51	N T:2-10 A:3-5	1700 r
D	I	10.1.51 - 16.2.51	N T:3 A:3 &	960 r
			2 x 11 mg Me	
	II	9.3.51 - 30.4.51	N T:3 A:3 &	2140 r
			2 x 11 mg Me	
	III	16.8.51 - 24.8.51	1 x 11 mg Me	1840 r
E	I	1.3.51-15.3.51	T:4-9 A:2-5 &	1600 r
			1 x 11 mg Me	
	II	1.3.51 - 30.3.51	T:3-10 A:3-5 &	2020 r
			1 x 11 mg Me	
	III	11.6.51 - 14.6.51	1 x 11 mg Me	2690 r
	IV	4.8.51 - 20.8.51	?	230 r

Jetziger Befund:

Extraoral: Die linke Wange über dem Jochbogen ist in einer Ausdehnung von ca. 1,5 : 2 cm narbig - atrophisch verändert und weist hier kleine Teleangiectasien auf.

Interaoral:
$$\frac{6 \text{ V IV III } 1 / 1 \text{ 2 xx V VI}}{6 \text{ V IV III } x \text{ 1 } 1 \text{ 2 III IV V 6}}$$

An allen bleibenden Zähnen finden sich Schmelzgrübchen und - Fissuren. Es besteht teils Kulissenstellung, teils lückenhaftes Gebiss (Kind im Zahnwechsel) sowie ein verstärkter Überbiss.

Röntgenbefund: Der Röntgenstatus zeigt das altersgemässe Bild des Zahnwechsels. Bei /2 sind unter Umständen Einstellungs- bzw. Durchbruchschwierigkeiten zu erwarten.

Auswertung:

Die Schmelzveränderungen sind zwar auffällig, jedoch auch bei nichtbestrahlten Patienten des öfteren zu sehen; die Stellung von /2 ist bei dem Gebisscharakter der Patientin nicht überraschend.

Es ergibt sich somit kein Anhalt für eine Strahlenschädigung.

Heinz G.

Geb. 19.1.1937 Plattennr. 324410

Diagnose: Astrozytom der rechten Schläfengegend (Zustand nach Operation).

Befund vor der Behandlung: nicht angegeben.

Der Patient erhielt 1950 auf ein $4/8$ cm grosses Feld, dessen Mitte 4 cm über dem linken Ohransatz lag, in Seitenlage, Tiefe VII cm, mittels Pendelbestrahlung 4840 r bei einem Pendelwinkel von 40° - 50° - 180° .

Jetziger Befund:

Extraoral:	<u>7 6 5 4 3 2 1 / 1 2 3 4 5 6 7</u>
	7 6 5 4 3 2 1 / 1 2 3 4 5 6 x 8

Die Zähne weisen keine Abnormitäten auf, insgesamt o.B. Kiefer o.B.

Röntgenbefund: Zahnstatus und Schädel halbaxial o.B.

Auswertung:

Es ergibt sich kein Anhalt für eine Strahlenschädigung.

Alois K.

geb. 28.2.1938 Plattennr. 256430

Diagnose: Zustand nach Operation (August 1951) eines Nasenrachenfibroms.

Befund vor der Bestrahlung: Die Operation wird angeordnet, weil klinisch und histologisch eine bösartige Erkrankung nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Der Patient wurde in der Zeit vom 20.9.1951 bis 19.10.1951 mit dem Pendelgerät im linken Wangenfeld bestrahlt (6 Fraktionen. Feldgrösse $3/10$ cm, A: 5,0, Filter 0, 75 Cu, 12 mA, 180 kV.

Jetziger Befund:

Extraoral: o.B.

Intraoral:
$$\begin{array}{r} 7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7 \\ \hline 8\ 7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7\ 8 \end{array}$$

Gebiss stark kariös, Schmelzhypoplasie bei /1, Engstand der unteren Front; im übrigen o.B.

Röntgenbefund: Zahnstatus und Schädel halbaxial o.B.

Auswertung:

Da der Patient im Alter von 13 Jahren bestrahlt wurde, können sich evtl. Schädigungen nur noch an $\frac{8\ 7}{8} / \frac{7\ 8}{8}$ zeigen. Nach den Isodosenkurven von

HEILMANN, KELLER und VOGEL (44) muss man annehmen, dass auf die Anlagen dieser Zähne etwa 60 % der Herddosis von 5180 r, also etwa 3100 r gefallen sind. Trotz dieser hohen Dosis zeigen sich jedoch an diesen Zähnen - ebenso wie am Gesichtsschädel - keine Veränderungen.

Es ergibt sich kein Anhalt für eine Strahlenschädigung.

Gertraud L. geb. 26.12.45 Plattennr. 324350

Diagnose: Naevus im Bereich der rechten Wange, Hämangiom am Rücken.

Befund vor der Behandlung: (Nach Aussage der Eltern bestehen die Veränderungen seit kurz nach der Geburt) Naevus flammeus an der rechten Wange von etwa 1 cm Durchmesser.

Die Patientin erhielt in der Zeit vom 31.7.1946 bis 6.8.1946 in 5 Fraktionen von je 460 r, in Form von 2 x 11 mg Me eine Herddosis von 2300 r.

Jetziger Befund:

Extraoral: Rechts neben der Nasolabialfalte etwa 2 cm lange, 1 cm breite, kosmetisch unauffällige Narbe von geringer Hypopigmentation.

Intraoral:
$$\begin{array}{r} 7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7 \\ \hline 7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7 \end{array}$$

Es ist lediglich eine sagittale Stufe von 5 - 7 mm festzustellen, sonst o.B.

Röntgenbefund: Die Aufnahmen zeigen keine pathologische Veränderung.

Auswertung:

Es ergibt sich kein Anhalt für eine Strahlenschädigung.

Karin M. geb. 2.5.1951 Plattennr. 324886

Diagnose: Hämangiom an der Nasenspitze.

Befund vor der Behandlung: (Nach Aussage der Eltern besteht die Veränderung seit der Geburt). Cavernöses Hämangiom von 0,75 : 0,75 : 0,5 cm Grösse. Die Patientin erhielt in der Zeit vom 9.10.1952 bis 22.10.1952 auf zwei Felder, in 5 bzw. 4 Fraktionen im Abstand von 1 - 3 Tagen mittels N auf Feld I 9.10.52 - 14.10.52 T:1 A:1,5 1500 r
II 10.10.52 - 22.10.52 T:1 A:1,5 800 r

Jetziger Befund:

Extraoral: An der Nasenspitze links etwa erbsengrosse Depigmentation und eine einzige Teleangiektasie; kosmetisch unauffällig.

Intraoral:
$$\frac{6 \text{ V IV III II I } / \text{ I II III IV V 6 }}{6 \text{ V IV III II I } / \text{ I II III IV V 6 }}$$

An Milchzähnen und Sechsjahrmolaren keine pathologische Veränderung.

Röntgenbefund: Die Patientin ist im Zahnwechsel. Im übrigen o.B.

Auswertung:

Nach den Isodosenkurven ist bei dem in Frage kommenden Abstand Haut - Zahnanlage 1/1 mit 5 % bis 20 % der Herddosis, also zwischen 112 r und 460 r an der Zahnanlage zu rechnen.

Es ergibt sich jedoch kein Anhalt für eine Strahlenschädigung.

Therese Sch. geb. 1.5.1953 Plattennr. entfällt.

Diagnose: Hämangiom im Bereich der Oberlippe.

Befund vor der Behandlung: (Nach Aussage der Mutter bestehen die Veränderungen seit der Geburt). An der rechten Oberlippe fällt eine flache, reizlose, rötliche Geschwulst von 1 cm Durchmesser auf, welche in die Tiefe der Schleimhaut reicht und sich verhältnismässig derb anfühlt. Die Mundschleimhaut selbst ist nicht mitergriffen.

Die Patientin wurde in der Zeit vom 28.10.1953 bis 6.4.1954 mit N in drei Serien von insgesamt 3000 r bestrahlt, und zwar in 2 - 4 Fraktionen:

Intraoral:
$$\frac{7\ 6\ x\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ x\ 6\ 7}{6\ x\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7}$$

An den Zähnen finden sich weissliche Entkalkungsherde, vereinzelt Tüpfel- und Dellenbildung, starke Abrasion.

Röntgenbefund: 5/ im Durchbruch; im übrigen o.B.

Auswertung:

Nach den Isodosenkurven erhielt die Patientin auf die Zahnanlagen von /1 2 3 etwa 5 % bis 10 % der Herddosis, also zwischen 70 und 140 r. Es ergibt sich jedoch kein Anhalt für eine Strahlenschädigung.

Anton V. geb. 15.1.1944 Plattennr. 324529

Diagnose: Cavernom des rechten Nasenflügels.

Befund vor der Behandlung bzw. Vorbemerkung: Das Kind ist bereits im April 1944 mit 5000 r und im Oktober 1944 mit 4000 r gespickt worden. Es blieb jedoch noch immer ein Rest bestehen. Der rechte Nasenflügel ist stark verbreitet und dunkelrot verfärbt. Oberhalb bestehen noch 2 kleine Stellen. Der Patient erhielt in 1 - 6 Fraktionen im Abstand von 1 - 2 Tagen mittels Ra bzw. Me

9. 4.45 - 10.4.45	Ra	Nasenflügel	4500 r
11. 9.45 - 17.9.45	2 x 11 mg Me	seitl. Nase	2760 r
8. 1.46 - 21.1.46	1 x 11 mg Me	rechte Nasenwand	2760 r
2.10.46 - ?	2 x 11 mg Me	Nasol. falte und Oberlippenrand	1150 r

Jetziger Befund:

Extraoral: Der rechte Nasenflügel ist leicht abgeflacht, eingefallen - strophisch. Man sieht eine etwa 2 cm lange und 1 cm breite, depigmentierte Narbe mit vereinzelt Teleangiectasien.

Intraoral:
$$\frac{7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7}{7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7}$$

Gezackte Schneidekanten der oberen mittleren Schneidezähne, Lückenstellung und Protrusion der oberen Front mit sagittalem Überbiss.

Röntgenbefund: Unvollständiges Wurzelwachstum mit nicht ausgebildetem Foramen apicale an den beiden oberen mittleren Schneidezähnen, wäh-

rend alle übrigen bleibenden Zähne mit Ausnahme der 3. Molaren bereits voll ausgebildet sind. Schädel halbaxial o.B.

Auswertung:

Nach den Isodosenkurven sind auf die Zahnanlagen 1/1 zwischen 5 % und 10 % der Herddosis, also zwischen 558 r und 1117 r entfallen. Die unvollständige Wurzel Ausbildung der beiden oberen Schneidezähne ist auffällig; da aber 3 2/ mindestens dieselbe Dosis erhalten haben und hier keine Veränderung besteht, muss ein Strahlenschaden sehr angezweifelt werden.

Christa Z. geb. 6.3.1942 Plattennr. 324986

Diagnose: Keloid im Bereich der Unterlippe.

Befund vor der Behandlung: Im März 1950 kam es zu einer Schnittverletzung, die mit einem kleinen Narbenwulst abheilte. Es besteht eine 2 cm lange, keloidartig veränderte Narbe unterhalb der Unterlippe mit einer Vorwulstung von ungefähr 2 cm. Unterkieferfrontzähne o.B.

Die Patientin erhielt in der Zeit vom 5.12.1950 bis 14.6.1951 in zwei Serien, in 4 bzw. 7 Fraktionen im Abstand von 2 - 4 Tagen mittels N bzw. Me insgesamt 4820 r auf die Unterlippen - Kinngegend.

Serie I 5.12.50 - 20.12.50 N T:3 & A:3 & 5 1600 r

Serie II 7. 6.51 - 14. 6.51 Me 2 x 11 mg 3220 r

Jetziger Befund:

Extraoral: An der Unterlippe etwa 2 cm lange, verheilte Narbe, gering gerötet und vorstehend.

Intraoral:
$$\begin{array}{r} 7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7 \\ \hline 7\ 6\ 5\ 4\ 3\ 2\ 1\ / \ 1\ 2\ 3\ 4\ 5\ 6\ 7 \end{array}$$

Es finden sich eine Kulissenstellung der unteren Front und, auf die Gesamtheit des Gebisses verteilt, einige Schmelzspünge.

Röntgenbefund: Keine pathologischen Veränderungen erkennbar.

Auswertung:

Auf die Anlagen 4 3 / 3 4, die zum Zeitpunkt der Bestrahlung noch nicht durchgebrochen waren, müssten nach den Isodosenkurven 15 % bis 20 % der Herddosis, im Mittel etwa 480 r, eingewirkt haben.

Es findet sich jedoch kein Anhalt für eine Strahlenschädigung.

Ad C)

Die Krankengeschichten weiterer 54 Patienten wurden durchgesehen. 51 davon waren wegen Hämangiom, 1 wegen einer Epulis gigantocellularis des Unterkiefers, 1 wegen eines Lymphangioms, 1 wegen eines Narbenkeloids bestrahlt worden. Die Dosen und Applikationsformen bewegten sich in dem bei den nachkontrollierten Patienten aufgezeigten Rahmen. Sie wurden aus verschiedenen Gründen nicht zur Nachkontrolle bestellt, da aber jeder von ihnen post radiationem angewiesen wurde, sich in Abständen wieder vorzustellen - 43 Patienten befolgten diese Anweisung - waren in den Krankengeschichten die Befunde zahlreicher, sich oft über Jahre erstreckender Nachkontrollen greifbar. In keinem einzigen Falle fanden sich dabei Angaben über Veränderungen an Zähnen und Kiefern, die im Sinne einer Entwicklungsstörung zu deuten wären. Berücksichtigt muss allerdings werden, dass einmal eine röntgenologische Untersuchung in diesen Fällen nicht stattfand, und zum anderen die Aufmerksamkeit der Untersucher nicht in erster Linie Veränderungen im Sinne der hiergestellten Aufgabe galt.

V. DISKUSSION

Es steht in der vorliegenden Arbeit die Frage zu beantworten, ob und wie die Anwendung von Röntgen- und Radiumstrahlen die Entwicklung der Zähne und der Kiefer beeinflussen kann. Ohne Zweifel ist dies der Fall; die Veröffentlichung von PLONER (76) beweist am besten, dass auch beim Menschen in Dosen, die bei der Therapie verschiedener Krankheitsbilder - in der Hauptsache von Hämangiomen - Verwendung fanden, solche Entwicklungsschäden auftraten. Auf der anderen Seite jedoch erfreut sich die Strahlentherapie bei der Behandlung der Blutgefässgeschwülste grosser Beliebtheit, wird von zahlreichen Autoren als Therapie der Wahl angesprochen und den anderen Behandlungsmethoden - chirurgische Beseitigung oder Gefässunterbindung, Injektion ätzender Flüssigkeiten, physikalische Methoden in Form von Kaustik, Elektrokoagulation und Vereisung mit Kohlensäureschnee, Entfernung durch hochtouriges Schleifen - vorgezogen. Der hier klaffende Widerspruch ist nur scheinbarer Natur. Wie überall in der Medizin, steht am Anfang die exakte Diagnose, die von einer zweckmässigen Therapie gefolgt werden muss. Man unterscheidet:

1) Plane Hämangiome

- a) symmetrische Hämangiome
- b) asymmetrische Hämangiome, die fakultativ mit Missbildungen vergesellschaftet sind. BENNET (4) berichtet von einer "Dyschondroplasie", die von Knorpelwachstumsstörung und Hämangiom gekennzeichnet ist. STUBER (84) schreibt, dass das von KASABACH und MERRIT (53) beschriebene Syndrom: Hämangiom, thrombopenische Purpura und normochrome Anämie oft mit einer starken periostalen Reaktion des Knochens unter dem Hämangiom vergesellschaftet ist. Bestehen ausser dem Naevus flammeus mit Weichteil- und Knochenhypertrophie noch andere Missbildungen, werden sie wie folgt als Syndrome beschrieben (PAUR (75)):

Morbus Sturge - Weber - Krabbe: ein Glaukom und eine Angiomatosis der Meningen

Morbus Klippel - Trenauney: An der befallenen, meist etwas verlängerten Extremität zusätzlich Varizen

Morbus v. Hippel - Lindau: Eine Angiomatosis der Retina und der Leptomeninx cerebelli

Morbus Parkes - Weber: Arterio - venöse Anastomosen.

2) Plano-tuberöse Hämangiome

3) Subcutane Hämangiome

2) und 3) werden gemeinsam als blastomatöse Hämangiome bezeichnet.

Diese Verbindungen der Hämangiome mit Missbildungen erscheint in unserem Zusammenhang sehr wesentlich. Die vorstehende Einteilung der Gefässgeschwülste ist gerade für den Strahlentherapeuten zweckmässig, richtet sich doch die Wahl seiner Mittel vornehmlich nach der Tiefenausdehnung der Hämangiome. Es muss ja sein Bestreben sein, die jeweils verabreichte Dosis zu einem möglichst hohen Anteil im pathologischen Gebiet zur Wirkung zu bringen und die gesunde Umgebung zu schonen. Bedeutete die Anwendung von Radiumnadeln zur Spickung und des Mesothoriums in Messingröhrchen einen grossen Fortschritt wegen ihres steilen Dosisabfalls nach der Tiefe zu, so blieben doch noch Wünsche offen, die durch die Entwicklung der Nahbestrahlung (CHAOUL, WACHSMANN, 20) und mehr noch der Weichbestrahlung (GRAUL, 37) weitgehende Erfüllung fanden. Einfache Applikation, Möglichkeit der genauen Dosierung und Fraktionierung, Erfassung möglichst der gesamten pathologischen Veränderung in einem Bestrahlungsfeld (im anderen Fall sind Überschneidungen der einzelnen Felder und damit weit höhere Dosen mit einer eventuellen Strahlenschädigung möglich). Eingehen auf die unterschiedliche Tiefenausdehnung und nicht zuletzt Billigkeit machen die Weichbestrahlung, etwa mit dem Dermopangerät, zur heute besten und modernsten Form der Therapie in der Behandlung der Gefässgeschwülste. Eine nach Wunsch einstellbare Gewebshalbwerttiefe von 0,35 mm bis 18 mm ermöglicht die weitgehende Schonung des gesunden Gewebes und verhindert damit Schädigungen im Wachstum begriffener Körperteile.

Kehren wir zum eigentlichen Thema zurück; Zähne und Kiefer befinden sich häufig zur Zeit der Einwirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen noch

in ihrer Entwicklung. HARMS (43) stellt fest, dass eine Zelle um so radiosensibler sei, je grösser ihre reproduktive Kraft sei, je länger ihr karyogenetisches Werden dauere und je weniger ihre Morphologie und sonstige Funktion endgültig sei. CANEGHEM und SCHIRREN (19) stellten genaue tierexperimentelle Untersuchungen an, um die Frage nach dem Einfluss von Strahlenqualität, -quantität, Fraktionierung und Lebensalter der Versuchstiere zu beantworten. Bestrahlt wurden die Beine weniger Tage alter Hühnerküken.

- a) Strahlenquantität: (50 kV, 1,0 mm Al - Filter, FHA 15 cm, HWS 0,9 mm Al): 600 r - 800 r in einmaliger Anwendung führen zu keiner Entwicklungshemmung, etwa 1200 r sind als kritische Dosis zu bezeichnen, 1600 r führen zu klarer Entwicklungshemmung, 3000 r zusätzlich zu schweren trophischen Störungen.
- b) Strahlenqualität: (Einmalige Dosis von 2000 r), verabreicht wurden 1) 1,0 mm Cellon HWS, 2) 0,3 mm Al HWS, 3) 0,6 mm Al HWS, 4) 0,9 mm Al HWS. Bei 1) zeigten sich keinerlei, bei 2) - 4) jedoch deutliche Entwicklungsstörungen.
- c) Lebensalter: Die Schädigung der Wachstumszone war umso grösser, in je früherem Alter die Radiatio erfolgte.
- d) Fraktionierung: (Je 50 kV, 1,0 mm Al - Filter, HWS 0,9 mm Al, FHA 15 cm): 2000 r auf einmal führten zu eindeutigen Entwicklungsstörungen, 8 mal 250 r an aufeinanderfolgenden Tagen zu keinerlei Veränderungen.

Damit sind vier für das Auftreten von Entwicklungsstörungen auch beim Menschen entscheidende Punkte herausgestellt worden, die bei den im Abschnitt II zitierten Autoren in ihren Veröffentlichungen oft nur ungenügend angegeben wurden, ebenso wie die entscheidend wichtige, auf die Zahnanlage bzw. Kieferwachstumszone entfallende r - Dosis. Vergleiche ohne diese Angaben aber erscheinen wertlos. Darüber hinaus scheinen Tierversuche wenig geeignet, die Grenzen der Belastbarkeit sich beim Menschen entwickelnder Organe aufzuzeigen, da der Mensch ja im Gegensatz zu den Versuchstieren relativ langsam wächst und die Wachstumsgeschwindigkeit und damit die Anzahl der in Teilung begriffenen Zellen entscheidend für diese Grenzen ist.

Für eine exakte Angabe der beim Menschen im Hinblick auf dieses Problem gefährlichen r - Dosis, Applikationsformen usw. bleiben also nur die bei der Bestrahlung von Kindern gewonnenen Ergebnisse. Eine individuell sehr verschiedene Empfindlichkeit muss dabei bedacht werden. Ideale Untersuchungen wären dann gegeben, wenn man bei einem genügend grossen Patientenkreis eine exakte Aussage über die auf die einzelnen Anlagen gefallene r - Dosis, Applikationsform usw. geben könnte. Dies hätte zur Voraussetzung, dass vor der Bestrahlung der Abstand des strahlenden Körpers (Radiumnadel, Mesothoriumröhrchen, Nah- bzw. Weichstrahlröhre) zu jeder Zahnanlage, die Strahlenrichtung und damit letzten Endes die entfallende r - Dosis festgelegt würden. Die Schwierigkeiten, die sich einem solchen Verfahren entgegenstellen, erscheinen zwar nicht unüberwindlich, aber doch so erheblich, dass man sich mit der im Abschnitt III erläuterten retrograden Methode zufriedengeben kann; insbesondere, nachdem ihre, wenn auch ungenauen Ergebnisse für die strahlentherapeutische Praxis genügende Aufschlüsse gewähren. Ihre Nachteile sind folgende (siehe auch Abschnitt III, Seite 21):

- 1) die zwischen bestrahltem Herd und Anlage früher vorhandene Weichteilschicht ist in ihrem Ausmass unbekannt
- 2) die anatomisch genaue Lage der Keime (Millimeter sind bereits von Bedeutung) steht nicht fest
- 3) bei gerichteten Strahlungen (z.B. Nahröhre) ist der Winkel Zentralstrahl - Verbindungslinie des Fokus mit der Anlage von entscheidender Bedeutung, wie man aus den Isodosenkurven ersehen kann
- 4) die anatomisch genaue Lage des bestrahlten Feldes ist nicht mehr reproduzierbar und
- 5) bei Bestrahlung mehrerer nebeneinanderliegender Felder sind Überschneidungen nicht auszuschliessen.

Zu der Schwierigkeit der Dosisberechnung kommt noch hinzu, dass im untersuchten Gebiet Entwicklungsstörungen an sich keine Seltenheit darstellen. Man denke dabei nur an die sich phylogenetisch zurückentwickelnden Weisheitszähne, oberen seitlichen Schneidezähne usw., an die vielfältigen Möglichkeiten der Beeinflussung des Zahnwachstums beispielsweise durch innersekretorische Störungen oder Infektionen, an vorgetäuschte Hypodontien durch frühzeitige Zahnextraktion und anderes mehr. Auch an

die Möglichkeit von mit Gefäßgeschwülsten primär vergesellschafteten Missbildungen oder durch sie hervorgerufenen Störungen muss gedacht werden.

Trotzdem konnte im Rahmen der eigenen Untersuchungen gezeigt werden, dass bis zu 3000 r, fraktioniert verabreicht, in unseren Fällen keine nachweisbaren Entwicklungsschäden zur Folge hatten. Diese Feststellung deckt sich mit denen einer Reihe anderer Autoren, sodass man zu dem Schluss kommen muss, die erschütternden Fälle PLONER's (76) seien Folgen einer hinsichtlich Dosierung und Applikationsform unrichtigen Strahlentherapie. (Bei seinen Nachforschungen konnte dieser Autor von den behandelnden Ärzten keine radiologischen Daten mehr erfahren).

Als praktisch wichtiges Ergebnis der vorliegenden Arbeit kann also herausgestellt werden, dass die Rücksicht auf mögliche Entwicklungsschäden im Bereich der Zähne und Kiefer keine Kontraindikation gegen die *lege artis* durchgeführte Strahlenbehandlung von Gefäßgeschwülsten darstellen kann. Solche Schäden sind nur bei unsachgemäßem Vorgehen zu erwarten oder dann, wenn bei der Behandlung bösartiger Geschwülste keine Rücksicht auf eventuelle Strahlenschäden genommen werden kann.

Trotzdem bleibt natürlich aus grundsätzlichen Erwägungen der Wunsch bestehen, die relative Herdraumdosis (WACHSMANN, 20), also das Verhältnis von Herdraumdosis zur Gesamtdosis möglichst günstig zu gestalten. Den zumindest vorläufigen Schlusspunkt setzt hier die Methode der fraktionierten Weichbestrahlung, die bei einstellbarer Gewebshalbwerttiefe von 0,35 mm bis 18 mm (wobei zur Behandlung der Gefäßgeschwülste die niedrigeren Werte weitaus am meisten Verwendung finden (PAUR, 75), Entwicklungsstörungen in unserem Bereich noch unwahrscheinlicher gestaltet, als es bei den früheren Methoden der Nahbestrahlung nach CHOUL, der Mesothoriumauflage, der Radiumspickung, von der Halbtiefen- oder Tiefentherapie natürlich abgesehen, der Fall war. Schutzmassnahmen, wie etwa Einschieben von Blei in das Vestibulum oris, erscheinen mit Anwendung der Weichbestrahlung fast überflüssig. Da die kosmetischen Erfolge der - richtigen! - Strahlenbehandlung der Angiome im Gesichtsbereich weit eindrucksvoller sind als die aller anderen Methoden, wird in diesem Falle die Strahlentherapie noch mehr als bisher zur Methode der Wahl.

Zur nur an Hand der Literatur zu beantwortenden Frage der Einwirkung von Ultraschall auf die Zahn- und Kieferentwicklung muss gesagt werden, dass sie durchaus möglich, sogar wahrscheinlich ist und, unter Berücksichtigung der an den Epiphysenfugen nach Beschallung nachgewiesenen Schäden vor dieser Therapie bei Jugendlichen gewarnt werden muss.

Fälle für eigene Nachuntersuchungen lagen leider nicht vor.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wird versucht, die zahlreichen Veröffentlichungen über Einwirkungen von Röntgen- und Radiumstrahlen sowie des Ultraschalls auf die Entwicklung der Zähne und der Kiefer durch eigene Untersuchungen zu ergänzen.

In der Literatur werden, durch Röntgen- und Radiumstrahlen verursachte Veränderungen a) am Menschen (Zurückbleiben einer ganzen Gesichtshälfte, Verzögerung des Kieferwachstums, verspätete Dentition, Hypodontie, rudimentäre Zahnbildung, Wurzelverformungen, Wurzelverkleinerungen) b) im Tierversuch (Wachstumsstillstand des Kieferknochens, Verlangsamung der Dentition und der Gesichtsentwicklung, Ausfall der Zähne, Bildung mehrerer Incisivi, Verzögerung des Durchbruchs, Verzögerung des Wurzelwachstums, Schmelzhypoplasien, Zystenbildung am Apex) beschrieben.

An mikroskopischen Veränderungen werden beschrieben a) am Menschen: Hartsubstanzveränderungen und reticuläre Pulpenatrophie b) im Tierversuch: Aufhören der Odontoblastentätigkeit - von einem Autor wird dies allerdings bestritten - Blutungen um die Zahnkeime, Schmelzhypoplasien durch Ameloblastenschädigung, Blutungen in die Pulpa und Zerstörung der Hertwig'schen Scheide, Schädigung von Amelo- und Odontoblasten und Bildung von irregulärem Osteodentin, am Kiefergelenk Schäden in der intermediären und hypertrophen Zone des Kondylenknorpels mit Aplasie und Fibrose des Knochenmarks, Bildung einer inneren regulären und äusseren irregulären Schmelzschicht mit deutlicher Trennungslinie.

Ein Autor macht die Depolymerisierung von Makromolekülen (Desoxyribonukleinsäure, Hämocyanin, Polysaccharid - Proteinkomplexe) als biochemische Ursache der Strahlenwirkungen für radiologische Veränderungen verantwortlich.

Bei Ultraschall werden an Hand der Literatur, nach Angabe des Wirkungsmodus und der therapeutischen Möglichkeiten im Bereich der Zahnheilkunde, die makroskopisch sichtbaren Folgen der Beschallung hinsichtlich

der Entwicklung der Zähne und der Kiefer im Tierversuch - beim Menschen wurden bisher keine Beobachtung in dieser Richtung gemacht - wie Wachstumssteigerung, -schädigung und -stillstand angeführt. An mikroskopischen Veränderungen beim Menschen beobachtete ein Autor Pulpadegeneration bis zur Nekrose, beim Versuchstier sero-hämorrhagische Ergüsse des Zahnsäckchens und Periodontiums, jedoch keine Beeinflussung der Keim- und Schmelzpulpa.

Als eigene Untersuchungen wurden im Röntgen - Institut bei der Chirurgischen Klinik der Universität München die Krankengeschichten aller Patienten durchgesehen, die in ihrer Kindheit (bis zum 14. Lebensjahr) im Gesichts- und Kieferbereich Röntgen- und Radiumbestrahlungen erhalten haben. Beschallungen bei Kindern im Gesichtsbereich werden in dieser Klinik nicht vorgenommen. Die nach Art der Bestrahlung, Höhe der Dosierung und Lebensalter im Sinne des Themas in Frage kommenden Patienten wurden in die Klinik bestellt und klinisch und röntgenologisch untersucht. Von 16 bestellten Patienten erschienen 10, 1 zusätzlicher Fall wird nur aus der Krankengeschichte bearbeitet. Es erfolgt jeweils Angabe der radiologischen Daten und der wesentlichen Punkte der Krankengeschichte. Es zeigt sich dabei, dass gerade in der Strahlenbehandlung von Hämangiomen Normen kaum angegeben werden können: Dosen, die einmal bereits zu völlig befriedigendem Ergebnis führen, können ein andermal keine nennenswerte Reaktion des pathologischen Gewebes herbeiführen. Die Unterschiede in der Therapie werden so verständlich.

Bei den untersuchten Patienten wurden in Abständen von 2 - 6 Tagen in 3 - 7 Fraktionen jeweils zwischen 200 r und 460 r appliziert, sodass sich eine Gesamtdosis zwischen 1500 r und 3300 r pro Bestrahlungsfeld ergibt. Stellte sich bei der, nach 3 - 12 Monaten vorgenommenen Nachkontrolle ein teilweise unbefriedigendes Ergebnis heraus, so wurden in Einzelfällen in einer 2. Serie, wiederum in 2 - 5 Fraktionierungen jeweils zwischen 150 r und 460 r appliziert, sodass zusätzlich zur Herddosis der 1. Serie noch zwischen 500 r und 3300 r in der 2. Serie in Anwendung kamen, vorausgesetzt, dass die durch häufige Nachkontrollen nach der 1. Serie festgestellte Hautreaktion eine solche Massnahme unbedenklich erscheinen liess.

Verwendung fanden anfänglich Radiumnadeln ($\approx$ 0,5 mg bis etwa zum Jahre 1947 (1 Fall), dann Mesothorium in Messingröhrchen ($\approx$ 11,0 mg) (5 Fälle);

seit Entwicklung der Nahröhre wurde wegen des hier wesentlich höheren Dosisabfalls nach der Tiefe zu im allgemeinen diese verwendet. Damit ist schon das im Zusammenhang der vorliegenden Arbeit interessierende Problem des Schutzes des nicht pathologisch veränderten Gewebes angeschnitten; eine Abdeckung, etwa durch Einschieben von Blei in den Mundvorhof, erscheint bei Verwendung der Nah- und mehr noch der Weichstrahlröhre nicht mehr von so entscheidender Bedeutung.

In den eigenen Untersuchungen wurde 1 Fall (Patientin Liselotte K., Seite 23) nur aus der Krankengeschichte und einem Gutachten bearbeitet. Hier wurden in der Umgebung des rechten Auges wegen ausgedehnter hämangiomatöser Veränderungen vom 6.3.1942 bis 19.2.1943 in einer ganzen Reihe von Sitzungen fraktioniert etwa 8000 r, verteilt auf verschiedene Felder, in Form der Spickung mit Radiumnadeln appliziert. (Durch die Kriegseignisse sind hier nur noch ungenaue Unterlagen greifbar). Ein in diesem Fall zehn Jahre später zugezogener Gutachter stellte eine Atrophie und Sklerose der Oberlippe, unter gleichzeitigem Vorliegen von Teleangiektasien, Atrophie der Zähne, Teleangiektasien im weichen Gaumen usw. fest und bezeichnet dies als Folge der Radiatio. Bei der Atrophie der Zähne scheint also eine Entwicklungsstörung gegeben.

10 weitere Patienten, die in ihrer Kindheit Bestrahlungen erhalten haben, wurden klinisch und röntgenologisch nachuntersucht. Dabei ergab sich in einem Fall (Patient Manfred A., Seite 24) die Möglichkeit einer durch die Radiatio verursachten Entwicklungsstörung in Gestalt einer Kerbenbildung bei den oberen seitlichen Schneidezähnen, und abnormer Wurzelbildung bei den unteren ersten Prämolaren. Es waren bei diesem Patienten auf sieben Bestrahlungsfelder in der linken Gesichtsregion jeweils zwischen 1920 r und 3220 r in Fraktionen von je 460 r, im Abstand von 1 - 2 Tagen in Form von Mesothorium in Messingröhrchen appliziert worden. Bei zwei Feldern erwies sich ein Jahr später eine erneute Bestrahlung von 2300 r, fraktioniert in 5 mal 460 r, als notwendig. Auf Seite 26 wird die auf die jeweiligen Zahnanlagen gefallene r - Dosis bestimmt.

Die klinische und röntgenologische Nachkontrolle der übrigen neun Fälle ergab keinen Anhalt für Entwicklungsstörungen.

Der Nachweis von Einflüssen der Röntgen- und Radiumstrahlen sowie des Ultraschalls auf die Zahn- und Kieferentwicklung ist aus mehreren Grün-

den nicht einfach. Sieht man von massiven Strahlenschäden ab, wie sie bei allzu grosszügiger oder ohne Beachtung von Vorsichtsmassnahmen (Abdecken der Umgebung, Verwendung von Nah- oder Weichstrahlröhren mit ihrem starken r - Dosisabfall) vorgenommener Behandlung auch heute noch beobachtet werden, so können physiologisch vorkommende oder aus anderen Ursachen entstandene Anomalien, die gerade in diesem Bereich häufig sind, zu Täuschungen Anlass geben. - Man denke nur an die phylogenetisch sich zurückentwickelnden Weisheits- und seitlichen Schneidezähne, an vorgetäuschte Hypodontien durch frühzeitige Zahnextraktion u. a. m. Hinzu kommt bei den nach Hämangiombestrahlung vorgenommenen Kontrollen, dass nach der neueren Literatur Hämangiome (bei den Syndromen Parkes - Weber, Sturge - Weber, Klippel - Trenauney, v. Hippel - Lindau) fakultativ mit Missbildungen vergesellschaftet sind, Störungen also schon durch die pathologische Veränderung und nicht erst deren Behandlung entstanden sein können.

Aus all diesen Ausführungen sei der Schluss erlaubt, dass bei Beachtung der notwendigen Vorsichtsmassregeln, der gebotenen Zurückhaltung in der Dosierung und Verwendung moderner Geräte die Röntgenbestrahlung von Hämangiomen im Gesichtsbereich kaum zu Entwicklungsstörungen an den Zähnen und Kiefern führen kann und bei den guten kosmetischen Ergebnissen, die sie erzielt, auch heute noch die Therapie der Wahl darstellt.

Es sei mir an dieser Stelle erlaubt, Herrn Prof. Dr. POESCHL für die Stellung des Themas, seine jederzeit hilfsbereite Unterstützung und Förderung der vorliegenden Arbeit zu danken.

Den Damen und Herren des Röntgeninstitutes bei der Chirurgischen Klinik der Universität München bin ich für manchen wertvollen Hinweis verpflichtet.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Adam, O. : Strahlenschädigungen der Zähne
Med. Diss. München 1938
- 2) Aprile, H. : Accidentente en el tratamiento de un
adamantinoma
Rev. odont. Arg. 34, H. 12, 691 (1946)
- 3) Baker, D. : Spontaneous fracture of the femoral neck
following irradiation
Zbl. Radiol. 36, 143 (1943)
- 4) Bennet, W. : Arch. Int. Med. 95, 767 (1955)
- 5) Bernier, I. L. : The effect of atomic radiation on the oral
and pharyngeal mucosa.
J. Amer. Dent. Ass. 39, 647 (1949)
- 6) Betten, O. : Ein Fall von Aufhören der Zahnentwicklung
nach Röntgenbestrahlung.
Norsk Tandlaegefor. Tid. (Nor.) 58, (1948)
- 7) Borglin, K. : Durch Bestrahlung hervorgerufene Veränderun-
gen im jugendlichen Gebiss.
Odont. Revy (Schwed.) 3, 205, (1952)
- 8) Borgmann, H. : Zur Frage der Zahnschäden bei röntgenbe-
strahlten Tumorkranken.
Med. Diss. Hamburg 1949
- 9) Bruce, K. : The effect of irradiation on the developing
dental system of the Syrian hamster.
Or. Surg., Or. Med., Or. Path. (USA)
3, 1468 (1950)

- 10) Brunst, V.V., E.A. Shermetieva - Brunst, Figge:
The effect of local X - ray irradiation upon
the teeth and surrounding tissues in young
axolotls.
J.Dent.Res. (USA) 31, 609 (1953)
- 11) Buhtz, H.:
Über Schädigungen des Darms bei Röntgenbe-
strahlung.
Strahlenther. 64, 291 (1939)
- 12) Burstone, M.S.:
Radiobiology of the oral tissues.
J.Amer.Dent.Ass. 47, 630 (1953)
- 13) Burstone, M.S.:
The effect of X - ray irradiation on the teeth
and supporting structures of the mouse.
J.Dent.Res. (USA) 29, 220 (1950)
- 14) Burstone, M.S.:
The effect of X - ray irradiation on the deve-
lopment of the mandibular joint in the mouse.
J.Dent.Res. (USA) 29, 358 (1950)
- 15) Burstone, M.S.:
The effect of radioactive phosphorus upon the
development of the teeth and mandibular
joint of the mouse.
J.A.D.A. 41, 1 (1950)
- 16) Burstone, M.S.:
Studies on the effect of radioactive colloidal
gold on the development of the oral structures
of the mouse.
Arch.Path. 50, 419 (1950)
- 17) Burstone, M.S.:
A histochemical study of irradiated bone.
Am.J.Path. 28, 1133 (1952)
- 18) Buschbaum, L.:
Über maligne Entartung des röntgenbestrahl-
ten Gewebes.
Med.Diss. Frankfurt/M. 1938
- 19) Caneghem, P. van und Schirren, C.G.:
Tierexperimentelle Untersuchungen zur Frage
der Röntgenstrahlenempfindlichkeit von Kno-
chenwachstumszonen.
Strahlentherapie 100 (1956)

- 20) Chaoul, H. und Wachsmann, F.:
Die Nahbestrahlung.
G. Thieme - Verlag Stuttgart 1952
- 21) Cernéa, P., Bataille: Les altérations dentaires provoquées par le
radiothérapie.
Rev.stomat. (Fr.) 48, 507 (1947)
- 22) Cernéa, P., Bataille: Zahnveränderungen hervorgerufen durch
Radium- oder Curietherapie der Halsgegend.
Zahnärztliche Rundschau 197 (1948)
- 23) Cook, T.J.: Late radiation necrosis of the jaw bones.
J.Oral.Surg. (USA) 10, 118 (1952)
- 24) Copp, D.H.: The role of nuclear physics in medicine and
dentistry.
J.Oral Surg. (USA) 9, 39 (1951)
- 25) Dale, P.: The effect of X - ray radiation on the rat
incisor .
J.Dent.Res. (USA) 32, 117 (1953)
- 26) Del Regato, J.A.: Dental lesions observed after roentgentherapie
in cancer of the buccal cavity, pharynx and
larynx.
Am.J.Roentgenol. 42, 401 (1939)
- 27) Duffy, J.J.: Irradiation keratoses and carcinoma.
Am.J.Roentgenol. 42, 401 (1939)
- 28) Eggs, E.: Osteoradionekrose der Rippen nach Röntgen-
bestrahlung des Mammacarcinoms.
Strahlenther. 70, 315 (1941)
- 29) Engelbreth - Holm: Über die Blutuntersuchung von Röntgen- und
Radiumstrahlen ausgesetzten Personen.
Bibl. Laeg. 129, 59 (1937)
- 30) Engelking, E.: Augenärztlich wichtige Röntgenschädigungen
der Frucht nach Bestrahlung Schwangerer.
Klin. Mbl. Augenheilk. 94, 161 (1935)

- 31) English, J. A., Schlack, C. A., Ellinger, F.:
Oral manifestations of ionizing radiation. II.
Effect of 200 - KV X - ray on rat incisor teeth
when administered locally to the head in the
1500 r - dose range.
J. Dent. Res. (USA) 33, 377 (1954)
- 32) English, J. A., Tullis, J. L.:
Oral manifestation of ionizing radiation. I.
Oral lesions and effect on developing teeth
of swine exposed to 2000 KV total body X -
ray irradiation.
J. Dent. Res. (USA) 30, 33 (1951)
- 33) Försterling:
Wachstumshemmung nach Röntgenbestrahlung.
Verhandl. d. Dtsch. Rö - Ges. Bd. 3, S. 126
- 34) Freid, J. R., Goldberg, H.:
Post irradiation changes in the lungs and the
thorax: A clinical, roentgenological and patho-
logical study with emphasis on the late and
terminal stages.
Am. J. Roentgenol. 43, 291 (1940)
- 35) Frongia, L.:
Ricerche sperimentali sull'azione degli ultra-
suoni sulla vitalità della polpa.
Minerva stomatologica 2, 68 (1953)
- 36) Goldhammer, H.:
Radiumbestrahlung von Hämangiomen (Nach-
untersuchungen nach 10 - 18 jährigen Beob-
achtungszeiten.
Med. Diss. Kiel 1951
- 37) Graul, E. H.:
Dermopan - Fibel.
Siemens - Reiniger - Werke AG Erlangen 1955
- 38) Graul, E. H.:
(Dermopan - Fibel). Über zweckmässige und
unzweckmässige Strahlenbehandlung von Haut-
krankheiten.
Therapie Wschr. 2, 408 (1952)

- 39) Haas, F.: Einwirkung von Ultraschall auf jugendlichen Kieferknochen.
Med.Diss. Heidelberg 1951
- 40) Hansen, J.: Veränderungen am Unterkiefer nach Röntgen- und Radiumbestrahlung.
Tandlaegebl. 58, 51 (1954)
- 42) Hardewig, I.: Gebisschädigungen nach Röntgenbestrahlungen des Gesichtsschädels.
Med.Diss. Münster 1948
- 43) Harms, K.: Entwicklungshemmung der weiblichen Brustdrüse durch Röntgenbestrahlung.
Strahlentherapie 19, 586 (1925)
- 44) Heilmann, Keller, Vogel: Strahlentherapie 101, 67 (1956)
- 45) Heinkel, K.: Das Röntgenbild der Bestrahlungsinduration der Lunge.
Fortschr. Röntgenstr. 65, 201 (1942)
- 46) Hermann, H.: Therapeutische Erfahrungen mit Ultraschall in der Zahn-, Mund-, Kieferheilkunde.
Dtsch. zahnärztl. Z. 7, 1101 (1952)
- 47) Herrmann, M.: Untersuchungen über die Wirkungen des Ultraschalls auf Wachstum und Pulpa des Rattenzahns.
Stoma 6, 67 (1953)
- 48) Heyn: zit. nach Ochsen, H.: Nr. 71).
- 49) Hornykiewitsch, T.: Physikalisch - chemische und histochemische Untersuchungen über die Wirkung der Röntgenstrahlen.
Med.Diss. Giessen 1952
- 50) Jacoby, H.: Schädigung des Kieferknochens durch Röntgenbestrahlung.
Med.Diss. Tübingen 1950

- 51) Jansen (geb. Virnich), G.:
Über Röntgenschädigungen im allgemeinen und unter Berücksichtigung einiger Fälle aus dem Zahn-, Mund- und Kieferbereich.
Med.Diss. Düsseldorf 1952
- 52) Kalmins, V.:
The indirect effect of X - ray irradiation of the dental pulp of the dog.
J.Dent.Res. (USA) 33, 389 (1954)
- 53) Kasabach and Merrit: Am.J.Dis. Children 59, 1063 (1940)
- 54) Keresztesi, K.:
Erfahrungen mit der Ultraschalltherapie bei entzündlichen stomatologischen Erkrankungen.
Z.Stomat. (Österr.) 49, 201 (1952)
- 55) Kerkhoff, A.:
Zahnschäden durch Röntgenbestrahlung.
Med.Diss. Düsseldorf 1952
- 56) Krückmann, J.:
Über den histologischen Befund einer Röntgenkatarakt.
Klin.Mbl.Augenheilk. 104, 621 (1940)
- 57) Lacronique, B., Gondaret, P.:
Influence de la radiothérapie sur la calcification des germes dentaires.
Rev.stomat. (Fr.) 48, 541 (1947)
- 58) Leist, M.:
Über die Einwirkung der Röntgenstrahlen und des Radiums auf Zähne und Kiefer.
Strahlentherapie 24, 268 (1927)
- 59) Leist, M.:
Über den Einfluss der Röntgenstrahlen auf den wachsenden Zahn.
Med.Wschr. 57, 2247 (1925)
- 60) Leist, M.:
Über Röntgenschädigungen der Zähne.
Zeitschr.Stomat. 23, 797 (1925)
- 61) Leist, M.:
Odontologischer Befund bei 6 Kindern von intra graviditatem mit Röntgenstrahlen, bzw. Radium bestrahlten Müttern.
Zeitschr.Stomat. 24, 448 (1926)

- 62) Leist, M. : Experimentelle Untersuchung über die Einwirkung der Röntgenstrahlen und des Radiums auf die 2. Dentition.
Zeitschr. Stomat. 24, 452 (1926)
- 63) Ludin, M., Müller, O. : Zahnveränderung nach protrahiert - fraktionierter Röntgenbestrahlung.
Strahlentherapie 56, 644 (1936)
- 64) Lyon, L.Z. : Radiation necrosis of the mandible.
J. Or. Surg. (USA) 8, 159 (1950)
- 65) Marchionini, A. : Pathogenetische, klinische und therapeutische Fortschritte auf den Grenzgebieten von Dermatologie und Neurologie.
Fortschr. Neurol. 12, 43 (1940)
- 66) Mardersteig, K. : Röntgenschädigungen und Blutbild.
Strahlenther. 64, 311 (1939)
- 67) Medak, H., Weinreb, M., Sicher, H. et al. :
The effect of single doses of irradiation upon the tissues of the upper rat incisor.
J. Dent. Res. (USA) 31, 559 (1952)
- 68) Medak, H., Schour, J., Klander, W.A. :
The effect of single doses of irradiation upon the eruption of the upper rat incisor.
J. Dent. Res. (USA) 29, 839 (1950)
- 69) Mering, W. v. : Über die Entwicklung eines einseitigen Genu varum .
Röntgenprax. 13, 306 (1942)
- 70) Minder, W. : Radiumdosimetrie.
Jul.- Springer - Verlag Wien 1941
- 71) Ochsen, H. : Über Röntgenstrahlenschädigungen der an der Mundhöhle beteiligten Hartsubstanzen.
Zeitschr. Stomat. 32, 145 (1924)

- 72) Oettingen, E. N. v.: Schleimhautveränderungen nach Röntgenbestrahlung.
Ber. Phys. med. Ges. Würzburg NF 62 57 (1939)
- 73) Patt, H. E. and others: Farther studies of modification of sensitivity to X - rays by cysteine.
Proc. Soc. Exp. Biol. & Med. 37, 18 (1950)
- 74) Pauly, R., Cantorné, G., Bentégeat, G.:
Un microcephale enfant des rayons X.
Zbl. Radiol. 34, 658 (1942)
- 75) Paur, O.: Über den Wandel von Dosishöhe und Strahlenqualität bei der Röntgenbehandlung von gutartigen Gefäßtumoren.
Med. Diss. München in Vorbereitung
- 76) Ploner, L.: Radium- Röntgenschäden der Zähne und der Kiefer .
Zahnärztliche Praxis 9, 109 (1958)
- 77) Recamier: zit. nach Hardewig, I., Nr. 42).
- 78) Schöniger, R.: Histologische Untersuchungen über die Einwirkung von Ultraschall auf Zahnkeime, Zähne und Zahnhalteapparat bei jugendlichen Hunden.
Med. Diss. Heidelberg 1951
- 79) Schöniger, R.: Histologische Untersuchungen über die Einwirkung von Ultraschall auf Kieferknochen, Zahnkeime, Zähne und Zahnhalteapparat bei jungen Hunden.
Stoma 6, 52 (1953)
- 80) Smith, R.: The effect of roentgen-rays on the developing teeth of rats.
J. Am. Dent. Ass. 18, 111 (1931)
- 81) Stafne, E. C., Bowing, H. H.: Teeth and their supporting structures in patients treated by irradiation.
Am. J. Orthodont. and Oral Surg. 33, 567 (1947)

- 82) Sternberg, H. : Malfomazioni multiple della estremita da irradiazione Roentgen durante la gravidanza. Chir. Org. Movim. 24, 231 (1939)
- 83) Stuber, H. W. : Helvet. Pediatr. Acta Ser. C 11, 194 (1956)
- 84) Tribondeau, L., Recamier, D. :
Alterations des yeux et du squelette facial d'un chat nouveau - né par roentgenisation. Compt. rend. Soc. de biol. 58, 1031 (1955)
- 85) Tinofeeff - Ressowsky: Ergebnisse zur Strahlengenetik als Grundlage für die Schätzung der evtl. Erbschädigungs- gefahr durch Strahlen. Fortschr. Röntgenstr. 58, 21 (1938)
- 86) Touraine, A., Dereu: Epithelioma basocellulare pigmenté sur ra- diodermite chez un homme des 26 ans. Bull. Soc. franc. Dermat. 47, 150 (1940)
- 87) Viethen, H. : Über Strahlenbeeinflussbarkeit der Blasenwan- dung. Arch. Gynäk. 157, 536 (1934)
- 88) Velten, C. : Die Beziehungen der Schmelzpulpa zur Blut- gefäßversorgung der Zahnanlage. Schweiz. Mschr. f. Zahnheilk. Bd. 58 (1948)
- 89) Walter, R. : Wachstumsstörungen an den Gesichtsknochen. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntgenstr. 19, 123 (1912)
- 90) Watson, W. L., Scarborough, J. E. :
Osteoradionecrosis in intraoral cancer. Am. J. Roentgenol. 40, 524 (1938)
- 91) White, Crawford, W. : Irradiation burne of the intestine. Amer. Surg. 112, 769 (1940)
- 92) Willert, E. : Die Ultraschallbehandlung auf dem Gebiet der Zahnheilkunde. Z. Stomat. (Österr.) 48, 383 (1951)

- 93) Zappert: zit. nach Hardewig, I: Nr. 42).
- 94) Zöllner, F.: Die Komplikationen der Röntgenbestrahlung von Kehlkopfcarcinomen und Tumorperichondritis, und über die Frage von Strahlenschädigung von Knochengewebe.
Strahlenther. 70, 193 (1941)
- 95) Zöllner, F.: Osteoporose und Spontanfrakturen nach Röntgenbestrahlung durch elektive Schädigung der Osteoblasten.
Strahlenther. 7 70, 537 (1940)
- 96) Zollinger, H.H.: Die Spätschädigungen des Unterkiefers als Folge der Strahlenbehandlung maligner Tumoren im Bereich der Mundhöhle. Zürcher Erfahrungen bei 18 Fällen.
Med.Diss. Zürich 1949
- 97) Zuppinger, A.: Spätveränderungen nach protrahiert - fraktionierter Röntgenbestrahlung im Bereich der oberen Luft- und Speisewege.
Strahlenther. 70, 361 (1941)
- 98) Zwerg, H.G., Wetzlar, W.: Über das Zustandekommen von Radionekrosen an Knochen.
Arch. klin.Chir. 185, 387 (1936)

LEBENS LAUF

Am 26. Dezember 1930 in München als Sohn des Zahnarztes Sebastian Fuchsbrunner geboren, trat ich Mitte April 1937 in die Volksschule an der Hohenzollernstrasse ein, welche ich vier Jahre lang bis zu meinem Übertritt in das Maximiliansgymnasium zu München besuchte. Vom 3. September 1941 bis 13. Juli 1950 an der gleichen Anstalt - allerdings mit einer durch die Kriegsergebnisse erzwungenen fast einjährigen Unterbrechung - erwarb ich mir dort die Hochschulreife. Im Wintersemester 1950/51 an der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität immatrikuliert, legte ich dort nach einem fünfsemestrigen vorklinischen Studium die ärztliche Vorprüfung, nach einem weiteren Semester die zahnärztliche Vorprüfung, nach insgesamt elf Semestern das ärztliche Staatsexamen ab. Am 21. Juni 1956 promovierte ich mit einer Dissertation über den Einfluss der Pantothensäure auf die Acetylierung von Sulfapyridin zum Dr. med. Nach weiteren drei Semestern zahnärztlichen Studiums legte ich am 12. März 1958 das zahnärztliche Staatsexamen ab und bewerbe mich nun auf Grund der vorgelegten Dissertation um den Doktorgrad der Zahnmedizin.

